2016

С. В. СТРАШКО,
Л. Г. ГОРЯНА, В. Г. БІЛИК

БІОЛОГІЯ

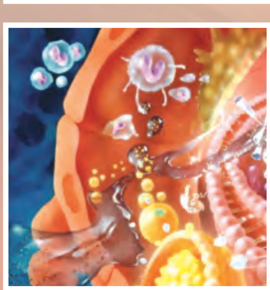
8



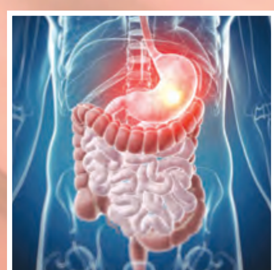


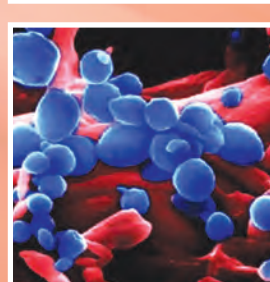










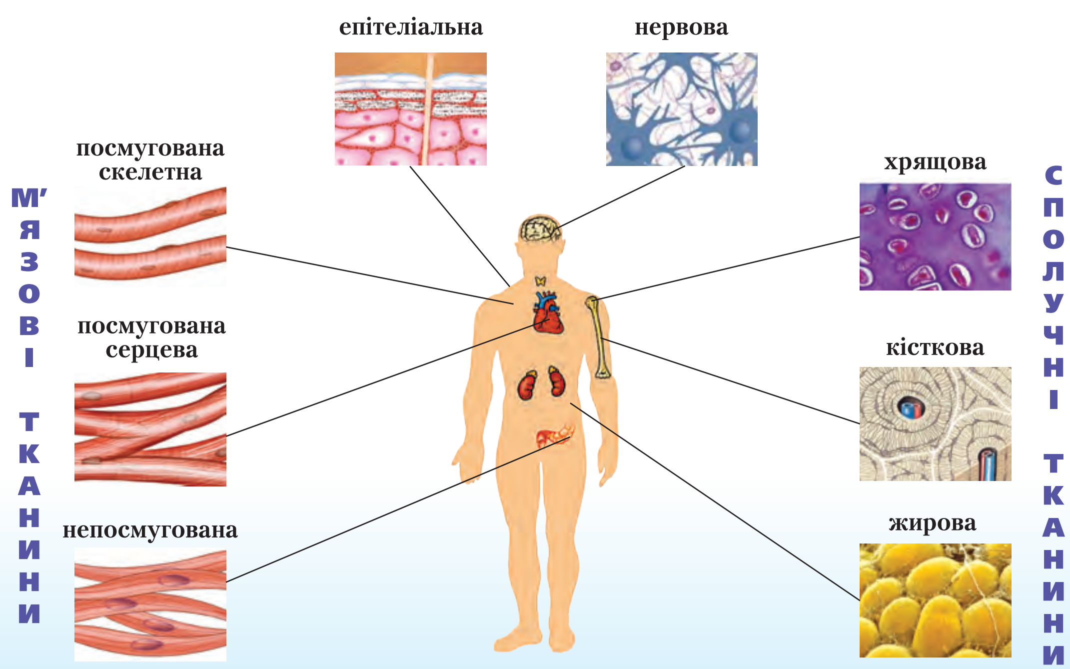


БІОЛОГІЯ
С. В. СТРАШКО, Л. Г. ГОРЯНА,
В. Г. БІЛИК
8

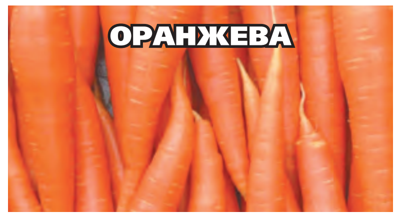
ТЕОРЕТИЧНІ ТА ПРИКЛАДНІ НАУКИ, ЩО ВИВЧАЮТЬ ЛЮДИНУ



ВИДИ ТКАНИН ЛЮДИНИ



ПРОДУКТИ ТА ФІТОПОЖИВНІ РЕЧОВИНИ

КОЛЬОРОВА ГРУПА	ФІТОХІМІЧНІ РЕЧОВИНИ	ФРУКТИ Й ОВОЧІ
 ЧЕРВОНА	Лікопін Фітоїн Фітофлуїн Вітамін Е	Помідори, червона паприка, кавун
 ЗЕЛЕНА	Глюкозінолати Ізотіоціанати Фолієва кислота	Броколі, цвітна капуста, капуста, петрушка
 ЖОВТО-ЗЕЛЕНА	Лютеїн Зеаксантин	Шпинат, капуста, боби, зелена та жовта паприка, ківі
 ОРАНЖЕВА	Альфа- та бета-каротин Бета-криптоксантин	Морква, гарбуз, манго, абрикос
 ЖОВТО-ОРАНЖЕВА	Вітамін С Флавоноли	Апельсин, мандарин, жовтий грейпфрут, персик, лимон, лайм, папая, ананас, нектарин
 ЧЕРВОНО-ЛІЛОВА	Антоціани Флавоноли	Виноград, вишня, червоне вино, полуниця, чорниця, чорна смородина, малина, журавлина, слива, сушена слива, родзинки, буряк
 БІЛО-ЗЕЛЕНА	Аллілсульфіди	Часник, цибуля, цибуля-шалот

С. В. Страшко, Л. Г. Горяна, В. Г. Білик

БІОЛОГІЯ

Підручник для 8 класу
загальноосвітніх навчальних закладів

Рекомендовано Міністерством освіти і науки України

Київ
«Грамота»
2016

УДК 57(075.3)
ББК 28я721
С83

Рекомендовано Міністерством освіти і науки України
(наказ МОН України від 10.05.2016 р. № 491)

Видано за рахунок державних коштів. Продаж заборонено

Експерти, які здійснили експертизу цього підручника під час проведення конкурсного відбору проектів підручників для учнів 8 класу загальноосвітніх навчальних закладів і зробили висновок про доцільність надання підручнику грифа *«Рекомендовано Міністерством освіти і науки України»*:

Осовська О. С., учитель загальноосвітньої І–ІІІ ступенів школи № 2 м. Березного Рівненської області, учитель-методист;

Петренко Ю. І., методист районного методичного кабінету відділу освіти Драбівської районної державної адміністрації Черкаської області;

Хамар І. С., декан біологічного факультету Львівського національного університету імені Івана Франка.

Страшко С. В.
С83 Біологія : підруч. для 8 кл. загальноосвіт. навч. закл. / С. В. Страшко, Л. Г. Горяна, В. Г. Білик, С. А. Ігнатенко. — К. : Грамота, 2016. — 288 с. : іл.
ISBN 978-966-349-583-5

Підручник відповідає Державному стандарту освіти та новій програмі з біології для загальноосвітніх навчальних закладів. У ньому висвітлено інформацію про будову тіла людини на різних рівнях організації (від клітинного до організмового). У цікавій і доступній формі розкриті процеси життєдіяльності, механізми підтримання гомеостазу та взаємодії організму людини з довкіллям. Описані причини поширених захворювань і подані шляхи їх попередження.

Підручник добре ілюстрований, містить методичний апарат, який забезпечує ґрунтовне засвоєння навчального матеріалу, алфавітний покажчик термінів і понять.

Для учнів, учителів, методистів, батьків.

УДК 57(075.3)
ББК 28я721

ISBN 978-966-349-583-5

Шановні восьмикласники!

Цього року ви продовжуватимете вивчати предмет «Біологія», з якого дізнаєтеся про особливості будови та функції свого тіла; отримаєте поради, як зберегти здоров'я; усвідомите місце людини серед інших живих істот; довідаєтеся, що вона — не тільки біологічний об'єкт, а й особистість, гідна поваги, любові та співчуття. Сподіваємося, що завдяки цьому підручнику ви вдосконалите вміння визначати зміни в організмі й доглядати за своїм тілом, зрозумієте значення здоров'я для людини й цінність життя.

Навчання — складна й копітка діяльність, що має свої правила. Уміти навчатися означає усвідомлено організовувати свою працю, зокрема роботу з підручником. У попередніх класах ви вивчали живі об'єкти — бактерії, гриби, рослини, тварин — і вже знаєте деякі способи їхнього дослідження, тобто вмієте характеризувати, порівнювати, визначати взаємозв'язок будови та функцій, ознаки пристосування до умов існування, робити висновки, узагальнення тощо. У цьому році ви вдосконалюватимете прийоми логічного мислення.

Біологічна наука, як і будь-яка інша, потребує певних розумових дій. У біології розумові дії мають свої особливості, тобто всі вони починаються з аналізу біологічних об'єктів, метою якого є умовне розкладання об'єкта або явища на суттєві складові.

Наступним етапом розумової дії є синтез. Він полягає у формуванні висновків про причини подібності та відмінності об'єктів, які вивчаються.

Кожне біологічне поняття, висновок, явище, процеси, закони — це узагальнення істотних ознак. Для цього необхідно проаналізувати, чим ці ознаки подібні, а чим вони різняться, визначити головні з них. Причинно-наслідкові зв'язки між біологічними об'єктами встановлюють, з'ясувавши, що відбулося раніше, на що вплинула причина, які зміни обов'язкові й можливі. У природі немає випадковостей. Кожне явище має свою причину. Отже, будь-яка форма розумової дії розпочинається аналізом, а закінчується синтезом — висновком.

Підручник складається з наукової інформації та методичного апарату й допоможе вам засвоїти необхідні знання. Звертайте увагу на шрифтові позначення понять і термінів, які потрібно запам'ятати або тільки ознайомитися з ними. Підручник має такі рубрики:

Основні поняття і терміни. Поняття й терміни — це мова науки. Особливість біологічних термінів у тому, що багато з них мають іншомовне походження. Для того щоб їх запам'ятати, потрібно знати, з якої мови вони запозичені, і вміти пояснювати їх зміст.

Це треба знати. Рубрика означає, що подані в ній відомості мають практичне значення для життя та здоров'я, а тому їх необхідно запам'ятати.

Думаємо, розуміємо, відповідаємо. Дуже важливо вміти стисло й послідовно викласти свою думку. Щоб відповісти на запитання цієї рубрики, треба поміркувати, проаналізувати й зробити висновки. Це сприятиме успішному формуванню прийомів логічного мислення.

Самостійна робота з підручником. Ця рубрика призначена для вдосконалення ваших умінь і навичок, зокрема швидкого читання, здатності краще орієнтуватися в тексті підручника, продуктивно відтворювати вивчене в життєвій практиці, навчитися аналізувати, самостійно здобувати та поповнювати знання, робити узагальнення та висновки.

Запитання для допитливих. Рубрика пропонує різнобічну інформацію про організм і життєдіяльність людини, дані про досягнення сучасної біологічної науки та медицини.

Домашнє завдання. Виконання завдань цієї рубрики потребує уважності, уміння працювати не тільки з підручником, а й з додатковою літературою. Це сприятиме виробленню умінь виокремлювати головне в науковій інформації, визначати послідовність дій, знаходити основні слова й поняття, визначати в тексті змістові елементи для короткого переказу, доповіді, повідомлення або реферату. Рубрика допоможе розповісти членам вашої родини, про що ви дізналися з підручника.

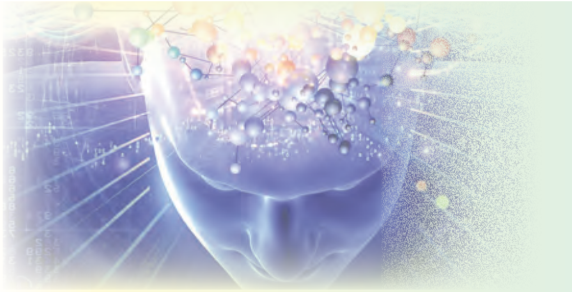
Практичні та лабораторні роботи й досліди можна віднести до наукових досліджень. Радимо виконувати їх за таким планом:

- прочитайте тему й мету дослідження;
- визначте порядок дії за інструкцією, що подана в підручнику;
- за результатами роботи зробіть висновок відповідно до мети дослідження (спостереження або експерименту).

Сподіваємося, що цей підручник стане вам добрим порадником у житті, слугуватиме збереженню та зміцненню здоров'я; дасть відповіді на багато запитань, які турбують кожну людину; допоможе уникнути неправильних дій, що завдають шкоди організму.

Бажаємо вам здоров'я, без якого неможливе щастя та успіх у житті!

Автори



ВСТУП

§ 1 ЛЮДИНА ЯК БІОЛОГІЧНИЙ ВИД І ОБ’ЄКТ НАУКОВОГО ДОСЛІДЖЕННЯ

ОСНОВНІ ПОНЯТТЯ І ТЕРМІНИ: Людина розумна, біологічні та суспільні ознаки людини, теоретичні й прикладні науки.

У попередніх класах ви ознайомилися з походженням і розвитком представників рослинного й тваринного світу. Сучасна біологічна наука переконливо підтверджує, що всі організми мають спільних предків на певній стадії розвитку життя. Органічний світ, незважаючи на свою величезну різноманітність, є результатом єдиного еволюційного процесу на Землі.

Людина — високоорганізована істота, яка піднялася на найвищу сходинку еволюції тваринного світу. За сучасною, прийнятою більшістю вчених класифікацією у біологічному розумінні вона належить до:

- виду ***Людини розумної (Homo sapiens)***;
- родини ***Гомінідів***;
- підряду ***Мавп***;
- ряду ***Приматів***;
- класу ***Ссавців***;
- підтипу ***Хребетних***;
- типу ***Хордових***.

Однак людина — водночас і ***суспільна істота*** — здатна створювати та виготовляти знаряддя праці, застосовувати їх, активно впливаючи на довкілля.

Найголовніші *біологічні ознаки* Homo sapiens — вертикальне положення тіла та ходіння на нижніх кінцівках (ногах), великий палець кисті більший від усіх інших пальців, редукований волосяний покрив, рівний ряд зубів, добре розвинений головний мозок (об’єм — понад 900 $см^3$), здатність до виразної мови.

Найголовніші *суспільні ознаки* Homo sapiens — потреба в спільній корисній діяльності, спілкуванні, уміння підпорядковувати власні бажання потребам інших людей, суспільства, усвідомлення себе невід’ємною частиною людства та біосфери.

Найперша потреба людини — збереження життя та здоров’я. Відсутність хвороб, фізичних вад — неодмінна умова людського щастя, усебічного розвитку особистості, відчуття повноти життя. Здоров’я дає людині змогу навчатися, працювати, служити в армії, займатися спортом. Водночас здоров’я населення — це народне надбання, важлива умова розвитку суспільства.

Людина, ознайомлена з будовою та функціями свого організму, може свідомо дотримуватися науково обґрунтованих правил здорового способу життя. Їх практичне застосування допоможе кожному зміцнити свій організм, загартувати його, зберегти від захворювань, стати фізично розвиненою, здоровою людиною, здатною до будь-якої праці.

Більшість людей не знає, які великі резерви фізичного й психічного здоров'я має їхній організм, як можна їх зберегти, розвинути й використати. Для цього треба знати свій організм і процеси, що відбуваються в ньому, умови, які запобігають його захворюванню. Отримати ці знання вам допоможуть науки про людину.

Науки, які вивчають біологію людини, можна розподілити на дві групи — теоретичного та прикладного (практичного) спрямування.

Теоретичні науки. Основою будови, розвитку й життєдіяльності всіх багатоклітинних організмів і людини зокрема є їх структурна та функціональна одиниця — клітина. Її будову та функції вивчає наука *цитологія*.

Клітини та міжклітинні структури утворюють тканини, які вивчає *гістологія*.

Форму, будову тіла, його органів і систем вивчає одна з найдавніших біологічних наук — *анатомія*.

Фізіологія — наука, що вивчає життєдіяльність цілісного організму та його частин — систем органів, окремих органів, тканин, клітин, виявляє причини, механізми й закономірності його життєдіяльності та взаємодію з довкіллям.

Генетика вивчає процеси спадковості та мінливості організмів, зокрема механізми передавання спадкової інформації, вади розвитку людини, спричинені її порушеннями.

Ембріологія вивчає розвиток зародка людини.

Біохімія — наука, що вивчає хімічний склад живих істот і різні хімічні процеси, пов'язані з їхньою життєдіяльністю.

Біофізика вивчає фізичні явища в клітинах, тканинах, органах, а також фізико-хімічні основи їх життєдіяльності.

Походження людини досліджує *антропологія* за знайденими під час розкопок кістками (зуби, щелепи, череп, інші кістки скелета) давніх мавп, людиноподібних мавп і давніх людей. Антропологи реконструюють будову тіла первісних людей *(рис. 1)*; вивчають давні знаряддя праці та полювання, малюнки на скелях і стінах печер.



Рембрандт. Урок анатомії. *1632 р.*

На ілюстрації зображено анатомічний театр — спеціально обладнане приміщення в Європі в XVI–XVII ст. для публічної демонстрації розтину тіл.

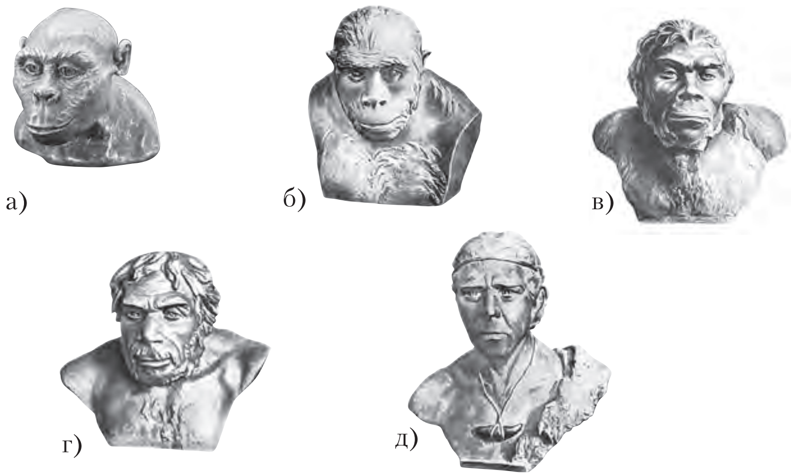


Рис. 1. Реконструкція вигляду первісних людей за рештками кісток черепа:
а) австралопітек; б) пітекантроп; в) синантроп; г) неандерталець; д) кроманьйонець

Ці науки, і насамперед фізіологія, є теоретичною базою прикладних наук.

Прикладні науки. *Медицина* — наука, спрямована на зміцнення та охорону здоров’я людини, подовження її життя, запобігання захворюванням і лікування хворих. «Батьком» медицини вважають давньогрецького лікаря Гіппократа.

Гігієна — галузь медицини, що розробляє й впроваджує методи запобігання хворобам, вивчає вплив різних чинників довкілля та виробництва на здоров’я людини.

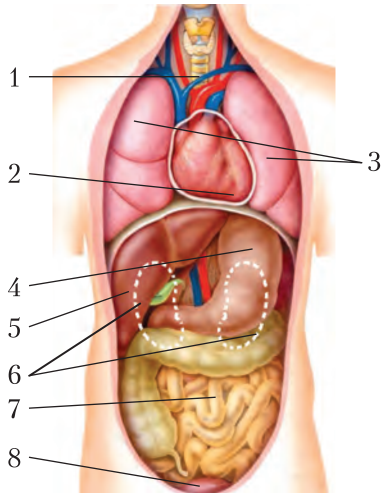
Екологія — наука про взаємозв’язки організмів між собою та з довкіллям.

Психологія досліджує психіку людини.

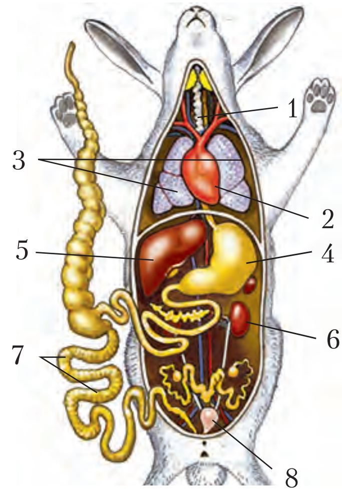
Валеологія — наука, що вивчає біологічні та соціальні основи формування, збереження, зміцнення, відтворення й передавання здоров’я нащадкам.

Основи сучасних біологічних наук про людину заклали в XIX–XX ст. видатні як зарубіжні, так і українські вчені: Ж. Б. Ламарк, Ч. Дарвін, К. Лінней, Й. Блюменбах, Р. Вирхов, І. Сєченов, І. Мечников, М. Пирогов, І. Павлов, С. Боткін, М. Введенський, О. Заварзін, Л. Орбелі, В. Палладін, П. Анохін, О. Богомолець, Г. Костюк, В. Філатов, О. Чижевський, М. Стражеско, М. Амосов, П. Костюк та ін.

Загальний огляд організму людини. При зовнішньому порівнянні організму людини й хребетних тварин (особливо ссавців) можна побачити значну подібність. У людини, як і у тварин, тіло диференційовано (розділено) на голову, тулуб і чотири кінцівки. Є редуковане волосся, нігті, вушні раковини, очі, ніс і рот. Ще більша подібність спостерігається при порівнянні будови внутрішніх органів *(рис. 2)*. При вивченні мікроскопічної будови людського організму стає очевидним, що він, як і у тварин, побудований із клітин різної будови, об’єднаних у тканини.



а)



б)

Рис. 2. Внутрішні органи людини (а), тварини (б):
1 — трахея, 2 — серце, 3 — легені, 4 — шлунок, 5 — печінка,
6 — нирки *(контур)*, 7 — кишечник, 8 — сечовий міхур

Думаємо, розуміємо, відповідаємо. 1. До якого виду в біологічному розумінні, згідно з класифікацією, прийнятою більшістю вчених, належить людина? **2.** Доведіть, що людина є біосоціальною істотою. **3.** Знайдіть у тексті підручника назви теоретичних і прикладних наук, які вивчають біологію людини. **4.** Поясніть роль знань про біологію людини для збереження її здоров'я.

Домашнє завдання. 1. Розгляньте *рис. 2* й випишіть у зошит назви органів, що належать до систем дихання та травлення. **2.** *Антропос* з грецької означає «людина». Користуючись матеріалом підручника та додатковою літературою, знайдіть терміни, до складу яких входить це слово. Що вони означають? **3.** Підготуйте реферат про одного з видатних українських учених, який займався дослідженнями в галузі біології людини.

§ 2 РІЗНОМАНІТНІСТЬ КЛІТИН ОРГАНІЗМУ ЛЮДИНИ. ЇХ СТРУКТУРА І ЖИТТЄДІЯЛЬНІСТЬ

ОСНОВНІ ПОНЯТТЯ І ТЕРМІНИ: клітина, макроелементи, мікроелементи, неорганічні речовини, органічні речовини, білки, вуглеводи, жири, ліпіди, нуклеїнові кислоти, клітинна мембрана, цитоплазма, органели, ядро, обмін речовин і енергії.

Клітина — структурна й функціональна одиниця організму людини, що становить складну цілісну фізіологічну систему, у якій відбуваються всі процеси життєдіяльності: обмін речовин і енергії, реакція на дію подразника, ріст, самовідтворення.

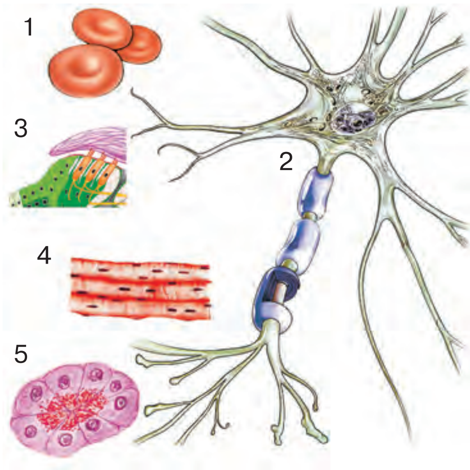


Рис. 3. Форми та функції клітин:
1 — еритроцит (переносить кисень у крові); 2 — нервова клітина (забезпечує регуляцію функцій організму); 3 — клітини кортієвого органу внутрішнього вуха (сприймають звукові коливання); 4 — клітини скелетних м'язів (скорочуються, забезпечують рух тіла); 5 — секторні клітини підшлункової залози (виробляють травні ферменти)

Тіло людини складається з величезної кількості клітин (приблизно 10 трильйонів). Усі вони мають подібний загальний план будови та, залежно від функцій, набувають специфічних морфологічних особливостей *(рис. 3)*.

Розміри клітин мікроскопічно малі — 10–50 мкм, але іноді вони бувають досить великими. Так, відростки деяких нервових клітин людини мають довжину майже метр.

Елементний склад клітин *(рис. 4)*. У земній корі та в атмосфері Землі відкрито майже 100 хімічних елементів, серед яких приблизно 90 входять до складу організму людини. Найпоширеніші в живих організмах чотири елементи: Гідроген, Карбон, Оксиген і Нітроген. На ці елементи припадає понад 99 % як маси, так і кількості атомів, що входять до складу організму людини.

Натрій, Хлор, Кальцій, Фосфор, Калій, Сульфур і Ферум знаходяться в організмі в концентрації приблизно 0,001 %. Проте, залежно від функції клітин, цей показник може досягати 3–4 %. Наприклад, 99 % усього Кальцію в організмі міститься в кісткових клітинах, 70 % Феруму — у червоних клітинах крові — еритроцитах.

Разом з чотирма основними ці елементи відносять до ***макроелементів***.

До ***мікроелементів*** належать такі, вміст яких в організмі людини менше 0,001 %. Це Купрум, Манган, Кобальт, Цинк і багато інших. Незважаючи на таку низьку концентрацію, вони

Клітина

Макроелементи	
Гідроген Карбон Оксиген Нітроген	99 %
Натрій Магній Хлор Кальцій Фосфор Калій Сульфур Ферум	> 0,001 %

Мікроелементи	
Купрум Манган Кобальт Цинк	< 0,001 %

Неорганічні сполуки
Вода Мінеральні речовини

Органічні сполуки
Білки Вуглеводи Жири Нуклеїнові кислоти

Рис. 4. Хімічний склад клітин

є важливими складовими клітин. Наприклад, Кобальт відіграє значну роль у кровотворенні.

Неорганічні речовини — це *вода* та *мінеральні речовини* (неорганічні сполуки макро- та мікроелементів).

Вода — універсальний розчинник неорганічних і деяких органічних речовин. Більшість хімічних реакцій у клітині відбувається у водних розчинах. Унікальні фізико-хімічні властивості води роблять її наявність обов'язковою умовою існування життя.

В організмі дорослої людини міститься в середньому 60–65 % води. Що молодший організм, то води в ньому більше. Наприклад, організм новонародженої дитини містить її 75–80 %. Відносно постійний вміст води в організмі є необхідною умовою його існування.

Мінеральні речовини відіграють велику роль у живленні клітин, їхньому рості, побудові тканин та органів, підтримують кислотно-лужну рівновагу, беруть участь в обміні речовин і енергії, у процесах збудження клітини.

Органічні речовини — це такі, що містять Карбон (вуглець); у середньому вони становлять 20–30 % маси кожної тваринної клітини. До них належать *білки, вуглеводи, жири* та *нуклеїнові кислоти*.

Білки — це високомолекулярні сполуки, що становлять у деяких клітинах до 50 % сухої маси, або 7–8 %, порівняно із загальною масою клітини *(рис. 5)*. Молекули білків складаються з атомів Карбону, Гідрогену, Оксигену, Нітрогену та частково Сульфуру. Частина білків утворює комплексні сполуки з молекулами, які містять Фосфор, Ферум, Цинк, Купрум тощо.

«Цеглинками» білків є ***амінокислоти***. Білки будуються з 20 різних амінокислот. Кожному з них властива своя, генетично зумовлена послідовність і склад амінокислот. Молекула білка складається з декількох або багатьох (до сотень тисяч) однакових або різних амінокислот. Одна клітина може мати 500—1000 різних білків. Окрім участі в побудові клітин — тобто пластичної ролі (з грецьк. *утворений, виліплений*), білки виконують інші фізіологічні функції (ферментативну, скорочення, транспортування речовин, захисну та ін.).

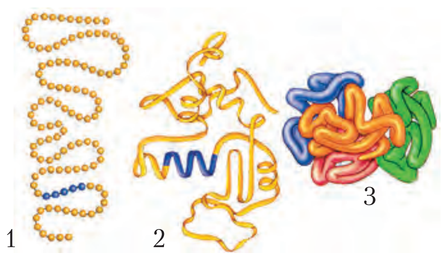


Рис. 5. Схематична будова молекул білків різної складності й амінокислотного вмісту:

1 — молекула еластичного білка (входить до складу стінок артерій);
2 — молекула білка інсуліну (гормону, що регулює рівень глюкози в крові);
3 — молекула складного залізовмісного білка — гемоглобіну (переносить кисень у крові)

Вуглеводи становлять 1–2 % від загальної маси клітини й відіграють надзвичайно важливу роль в обміні речовин та енергії. Легко окиснюючись, вони є основним джерелом енергії (понад 60 %) для організму.

В організмі людини є різні вуглеводи. *Моносахариди* (з грецьк. *один, єдиний*), або прості цукри. Основний їхній представник — *глюкоза* (з грецьк. *солодкий*) — «цеглинка», з якої в основному побудовані

складні вуглеводи організму людини. *Дисахариди* (з грецьк. *двічі*) складаються з двох моносахаридів. Представником цих речовин є *лактоза* (з грецьк. *молоко*) — цукор жіночого молока. *Полісахариди* (з грецьк. *численний*) складаються з 10 та більше залишків моносахаридів. Їхнім представником у клітинах і тканинах організму людини є *глікоген* (з грецьк. *солодкий* і *походження, породження*) — запасна речовина, що накопичується в печінці та скелетних м'язах.

Жири — нерозчинні у воді сполуки, які складаються із залишків гліцеролу та жирних кислот. У клітині вони становлять 1–2 % від загальної маси. Жироподібні речовини *(ліпіди)* — основний компонент мембранних утворень клітин. Жири — це механічний захист і теплоізоляція організму, резерв поживних речовин. При їхньому окисненні виділяється багато енергії.

Нуклеїнові кислоти (з латин. *ядро*) — високомолекулярні сполуки, що містяться та утворюються в ядрах усіх клітин організму, є матеріальними носіями спадкової інформації. Саме з нуклеїнових кислот побудовані *гени,* у яких «записана» структура всіх білків організму.

Загальна будова клітини *(рис. 6)*. Основними структурними елементами клітини є *клітинна мембрана, цитоплазма, органели* та *ядро*. Клітина може жити й нормально функціонувати тільки за наявності цих компонентів, які тісно взаємодіють один з одним і з навколишнім середовищем.

Кожна клітина оточена ***мембраною*** *(рис. 6, 7)* (товщина якої — приблизно 10 нм), що відокремлює її від зовнішнього середовища.

Основою мембрани є подвійний шар жироподібних речовин (біліпідний шар). Товщу цього шару ліпідів пронизують молекули білків, що утворюють у мембрані функціональні отвори (пори), через які може відбуватися проникнення невеликих за розміром полярних молекул у клітину чи назовні. Деякі неполярні молекули (наприклад, органічні розчинники — спирти, ефіри, ацетон) можуть проникати в клітину безпосередньо через біліпідний шар. Великі органічні та неорганічні молекули зазвичай через мембрану не проходять. Та за необхідності клітина може активно поглинати або виділяти їх назовні, витрачаючи на це енергію.

Оскільки не всі молекули вільно проникають через клітинну мембрану, говорять про її вибіркову проникність, яка

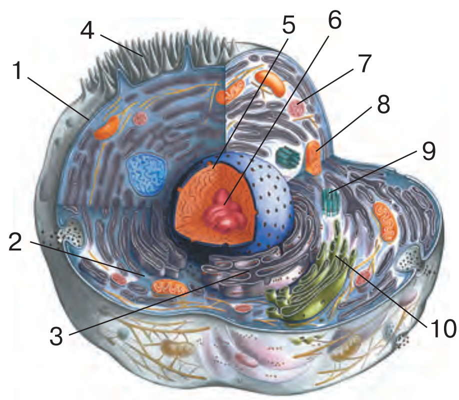


Рис. 6. Схематична будова клітини:

1 — клітинна мембрана; 2 — цитоплазма; 3 — ендоплазматична сітка; 4 — війки; 5 — ядро; 6 — ядерце; 7 — лізосома; 8 — мітохондрія; 9 — центросома; 10 — апарат Гольджі

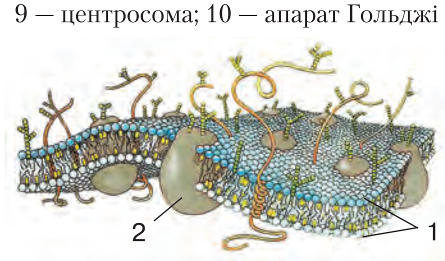


Рис. 7. Клітинна мембрана:

1 — подвійний шар жироподібних речовин; 2 — білок

створює в клітині свій, особливий, хімічний склад, що майже не змінюється при змінах зовнішнього середовища в допустимих для життя межах. Забезпечуючи вибірковість проникнення всередину клітини поживних речовин і затримуючи шкідливі речовини для неї, клітинна мембрана виконує захисну функцію та сприяє збереженню сталості внутрішнього середовища клітини.

Цитоплазма — це внутрішній вміст клітини, що складається з водянисто-колоїдної речовини — *цитозоля* та *включень* — нерозчинних продуктів обміну речовин клітини. Ними бувають краплі жиру (наприклад, у підшкірній основі) або грудки тваринного крохмалю — глікогену (у печінці чи скелетних м'язах), що відклалися в клітині про запас.

Органели — це постійно діючі структурні елементи клітини: *мітохондрії* (забезпечують процес внутрішньоклітинного дихання — окиснення вуглеводів, жирів і білків із виділенням енергії), *ендоплазматична сітка з рибосомами*, які беруть участь у синтезі білків, *апарат Гольджі* (виробляє секрет у вигляді ферментів, гормонів), *лізосоми* (перетравлюють зайві для клітини речовини, бактерії тощо), *центросома* (відіграє значну роль у поділі клітини). *Ядро* — обов'язкова та найбільша за розмірами органела клітини. У ньому зосереджена основна маса спадкового матеріалу — молекули нуклеїнових кислот, які зібрані в надмолекулярні утворення — *хромосоми*. У ядрах клітин людини знаходиться 23 пари хромосом. При цьому одна хромосома в кожній парі — материнська, друга — батьківська. Ядро мають усі клітини організму людини, окрім дозрілих еритроцитів і тромбоцитів. Як правило, у клітині є одне ядро, переважно кулястої форми. Деякі клітини (наприклад, печінки, посмугованої м'язової тканини) мають два та більше ядер.

Обмін речовин та енергії в клітині. Клітина — жива система, яка підтримує та відновлює свою цілісність, пристосовується до змін умов навколишнього середовища. Вона живиться, тобто засвоює поживні речовини, виробляє певну кількість енергії, а «відпрацьовані» рештки речовин і частину енергії виділяє в довкілля. Усі ці складні процеси життєдіяльності безперервно відбуваються в живій клітині.

Метаболізм (з грецьк. *зміна, перетворення*) — це сукупність усіх хімічних реакцій, перетворень речовин і енергії в клітині. Одночасно в ній відбувається 1–2 тис. взаємоузгоджених метаболічних хімічних перетворень.

Думаємо, розуміємо, відповідаємо. **1.** Поясніть, що є структурною і функціональною одиницею організму людини. **2.** Доведіть, що клітина є цілісною біологічною системою. **3.** Чому клітини організму людини мають різну форму та розміри? **4.** Поясніть біологічні функції окремих хімічних елементів і неорганічних речовин. **5.** Поясніть біологічні функції органічних речовин. **6.** Визначте особливості загальної будови клітин. **7.** Визначте взаємозв'язок будови та функцій ядра клітини. **8.** Обґрунтуйте, чому обмін речовин та енергії є найважливішими процесами для живої клітини.

Домашнє завдання. **1.** Підготуйте повідомлення про роль неорганічних та органічних сполук в організмі людини. Доведіть неможливість нормального функціону-

вання організму за відсутності навіть однієї з них. **2.** Порівняйте будову рослинної та тваринної клітин. **3.** Складіть схему основних властивостей клітин людини.

Це треба знати. Молекула білка, що складається з 150–200 амінокислот, «будується» за 1–2 хв.

§ 3 ТКАНИНИ ОРГАНІЗМУ ЛЮДИНИ

ОСНОВНІ ПОНЯТТЯ І ТЕРМІНИ: тканини (епітеліальна, сполучна, м'язова, нервова), диференціація та спеціалізація клітин, нейрон, нейроглія.

Поняття про тканини. У багатоклітинному організмі людини є клітини, які відрізняються за своєю будовою та функціями, що зумовлено їхньою *диференціацією* (з латин. *різний, відмінний*) і *спеціалізацією* на виконанні певних функцій. Диференціація та спеціалізація клітин генетично запрограмовані. Змінити це неможливо. Так, нервова клітина ніколи не виконуватиме функцію еритроцита, а клітини, що виробляють травні соки, не стануть кістковими чи м'язовими. Окремі групи клітин утворюють певну тканину.

Тканиною називають систему клітин і міжклітинної речовини, що мають єдину або подібну будову, виконують в організмі одну й ту саму функцію.

У людини розрізняють чотири типи тканин: епітеліальну, сполучну, м'язову й нервову *(рис. 8)*.

Епітеліальна тканина (з грецьк. *над* і *сосок*) утворює зовнішні покриви тіла — елементи шкіри; слизові оболонки дихальних і травних шляхів, а також внутрішні оболонки серця й судин; із неї побудовані легеневі міхурці (альвеоли), залози внутрішньої секреції, а також шкірні (потові, сальні), молочні, слізні, статеві залози.

Епітеліальна тканина захищає інші тканини, що містяться під нею. Зовнішні клітини епітелію шкіри роговіють і відмирають.

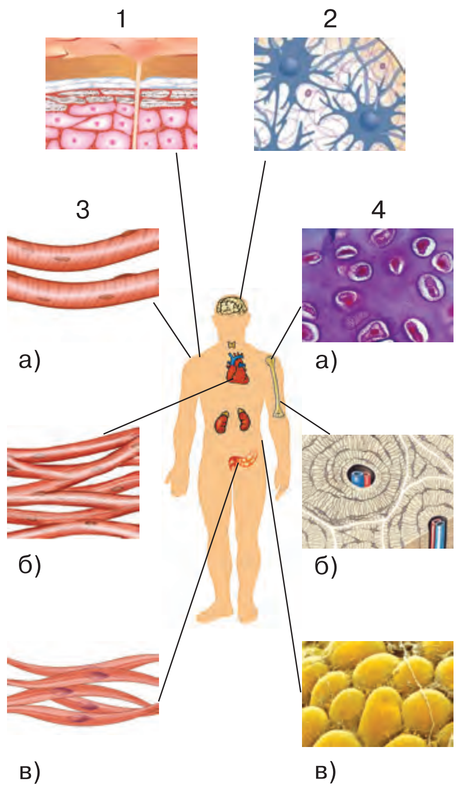


Рис. 8. Види тканин людини:
1 — епітеліальна тканина;
2 — нервова тканина; 3 — м'язові тканини: а) посмугована скелетна; б) посмугована серцева; в) непосмугована; 4 — сполучна тканина:
а) хрящова; б) кісткова; в) жирова

Наприклад, коли людина багато пише, то на середньому пальці її правої (а в шульгів — лівої) руки утворюється мозоля.

Крім того, епітеліальна тканина виконує функції виділення й всмоктування (епітелій шлунка, кишечнику). Вона має високу здатність до відновлення.

Епітеліальна тканина — не тільки покривна, а й гранична. Цим зумовлена її участь в обмінних процесах: газообмін через епітелій альвеол легенів; усмоктування поживних речовин у тонкому кишечнику.

Є епітелій *багатошаровий* (зроговілий, незроговілий і перехідний) і *одношаровий* (циліндричний, кубічний, плоский). Шкіра вкрита зроговілим багатошаровим плоским епітелієм, а слизова оболонка шлунка та дихальних шляхів — одношаровим циліндричним.

Сполучна тканина є насамперед опорною, оскільки вона бере участь в утворенні кісток, хрящів, зв'язок, міжклітинної сполучної речовини, підшкірної основи, сухожиль, зубів. Вона здебільшого не потребує багато кисню та поживних речовин, тому містить незначну кількість кровоносних судин, а процеси обміну речовин у ній відбуваються досить повільно.

Сполучна тканина дуже різниться за будовою та функціями. Для неї характерна наявність клітин і міжклітинної речовини; остання складається з волокон та основної речовини. Розрізняють кілька видів сполучної тканини.

Пухка волокниста сполучна тканина складається з клітин і безладно розміщених в основній речовині волокон. Вона переважно знаходиться вздовж кровоносних судин. Її різновидом є *ретикулярна* сполучна тканина. Пухка волокниста сполучна тканина утворює основу кровотворних органів та органів імунної системи (кістковий мозок, селезінка, лімфовузли).

Щільна волокниста сполучна тканина має небагато клітин, які розміщені між численними сполучнотканинними волокнами, що густо переплітаються. З неї побудовані зв'язки та сухожилля.

Хрящова тканина складається з хрящових клітин (хондроцитів), які розміщуються по 2–3 серед основної речовини, що має консистенцію надзвичайно щільного гелю.

Кісткова тканина відрізняється особливою щільністю та особливими механічними властивостями; вона складається з кісткових клітин, замурованих у звапнену міжклітинну речовину.



Олександр Богомолець

Жирова сполучна тканина становить підшкірну основу, бо це — своєрідне енергетичне «депо» організму. Крім того, вона захищає внутрішні органи від механічних пошкоджень. Як добрий теплоізолятор, жировий прошарок сприяє збереженню тепла в організмі.

Своєрідний вид сполучної тканини — *кров*, основна речовина якої — *плазма* — має рідку консистенцію. У ній вільно плавають клітинні елементи.

Вивченню ролі сполучної тканини в організмі присвятив багато наукових праць видатний український фізіолог ***Олександр Богомолець*** (1881–1946).

М'язова тканина — основний елемент м'язів; вона забезпечує процеси руху. В організмі людини 40 % його маси становлять м'язи. М'язова тканина має спеціальні скоротливі волокна — *міофібрили*. Розрізняють посмуговану (поперечносмугасту), непосмуговану (гладеньку) і серцеву м'язові тканини.

З *посмугованої* м'язової тканини складаються скелетні м'язи, які скорочуються довільно (свідомо) під впливом нервових імпульсів, що надходять із головного мозку. М'язова тканина складається з багатоядерних клітин, що утворюють посмуговані м'язові волокна складної будови. Через особливе розташування міофібрил у цитоплазмі цих клітин під мікроскопом видно чергування світлих і темних ділянок уздовж м'язового волокна. Скелетні м'язи забезпечують пересування людини, а також рухи частин її тіла.

Непосмуговані м'язи складаються з клітин веретеноподібної форми, які утворюють середню моторну (з латин. *рухливий*) стінку шлунка, кишечнику, матки, кровоносних судин. Вони, наприклад, виконують функцію проштовхування їжі в травних шляхах, або сечі в сечових шляхах, чи плоду маткою, коли настає час народитися дитині. Ці м'язи не підкоряються нашій волі.

Серцевий м'яз подібний до посмугованих і непосмугованих м'язів. За будовою він подібний до скелетного м'яза, але виконує функції непосмугованого — забезпечує рух крові по судинах. Людина не може керувати роботою серцевого м'яза. Для нього характерне функціональне з'єднання розташованих поряд клітин за допомогою спеціальних контактів. Така його будова забезпечує скорочення однойменних відділів серця (передсердь, шлуночків) як єдиного цілого. У клітинах серцевого м'яза є велика кількість мітохондрій.

Нервова тканина — основна тканина центральної та периферичної нервової системи — має надзвичайно складну будову. Це приблизно 10–14 млрд нервових клітин *(нейронів)*, тіла яких утворюють *сіру речовину* головного та спинного мозку. Вони мають переважно зірчасту або веретеноподібну форму з відростками.

Здебільшого короткі відростки нервових клітин — *дендрити* (з грецьк. *дерево*) — сприймають і передають інформацію до тіла своєї клітини, а довгі — *аксони* (з латин. *вісь*) — передають нервові імпульси до інших нейронів, м'язів і секреторних клітин.

Інша частина нервової тканини — це ***нейроглія***. Вона складається з клітин, що оточують нейрони. Нейроглія виконує опорну функцію та функцію живлення (трофічну) для нейронів. Кількість клітин нейроглії приблизно в 10 разів перевищує кількість нейронів. Відростки нервових клітин і клітини нейроглії утворюють білу речовину головного й спинного мозку.

Основними властивостями нервової тканини є *збудливість* і *провідність*.

Думаємо, розуміємо, відповідаємо. **1.** Дайте визначення поняття «тканина». **2.** Визначте взаємозв'язок будови та функцій епітеліальної тканини. **3.** Який взаємозв'язок будови та функцій сполучної тканини? **4.** Визначте взаємозв'язок будови та функцій м'язової тканини. **5.** Який взаємозв'язок будови та функцій нервової тканини? **6.** З'ясуйте відмінності й подібності різних тканин. **7.** Чим

можна пояснити відмінності в будові м'язових тканин? **8.** Обґрунтуйте біологічне значення диференціації та спеціалізації клітин. **9.** Назвіть основну структурно-функціональну одиницю нервової тканини.

Домашнє завдання. Опишіть основні особливості будови тканин організму людини.

Лабораторне дослідження

ТЕМА. Мікроскопічна будова кісткової, хрящової та м'язової тканин

МЕТА: навчитися визначати взаємозв'язок будови та функцій тканин організму людини.

ОБЛАДНАННЯ ТА МАТЕРІАЛИ: мікроскоп, мікропрепарати кісткової, хрящової та м'язової тканин, таблиці мікроскопічної будови цих тканин.

ХІД РОБОТИ

1. Розгляньте готові мікропрепарати кісткової, хрящової та м'язової тканин.
2. Порівняйте побачене під мікроскопом на *рис. 8* підручника.
3. Дайте відповіді на запитання: Який існує взаємозв'язок між будовою та функціями тканин, що вивчаються? У чому полягає фізіологічне значення цих тканин для організму?

ВИСНОВОК

Охарактеризуйте взаємозалежність будови та функцій тканин.

§ 4 ОРГАНИ, СИСТЕМИ ОРГАНІВ. ОРГАНІЗМ ЯК ЄДИНЕ ЦІЛЕ

ОСНОВНІ ПОНЯТТЯ І ТЕРМІНИ: орган, системи органів, фізіологічні системи, функціональні системи, гомеостаз, нервова й гуморальна регуляції функцій, нейрогуморальна регуляція.

Однакові або різні за будовою й функцією тканини об'єднуються в органи. ***Орган*** — це частина тіла, що має певну форму, будову, місце в ньому та виконує одну або кілька функцій.

Організм людини має органи дихання (дихальні шляхи, легені), кровообігу (серце й судини), травлення (шлунок, кишечник тощо), опори (кістки), руху (м'язи, зв'язки, сухожилля), виділення (нирки, шкіра), розмноження (різні за будовою в чоловіків і жінок), органи чуттів (очі, вуха, шкіра тощо). Ними керують органи нервової (головний і спинний мозок) та ендокринної (залози внутрішньої секреції) систем.

Для виконання певних життєво важливих функцій органи тіла людини об'єднуються в ***системи органів***. За своїм функціональним призначенням вони поділяються на дихальну, кровообігу, травну, опорно-рухову, статеву, нервову, видільну системи та систему залоз внутрішньої секреції.

Людині потрібні всі органи й системи, хоч одні з них виконують складнішу й важливішу для організму роль, а інші — простішу, конкретнішу.

В організмі людини є ***функціональні системи***. Це сталі або тимчасові об'єднання різних систем органів із метою виконання певної функції. Наприклад, дихальна система й система транспортування (кровообігу й кров) об'єднуються в єдину функціональну систему для забезпечення організму киснем. Так само функціонально об'єднуються між собою травна система й система транспортування: із травних шляхів поживні речовини розносяться кров'ю по організму й живлять усі клітини й тканини.

Постійні анатомічний і функціональний взаємозв'язки та «співпраця» клітин, тканин, органів і систем органів створюють складну унікальну систему — ***організм людини*** (з грецьк. *знаряддя, інструмент*) *(рис. 9)*. Вона живе за законами єднання, цілісності, саморегуляції та взаємодії з навколишнім середовищем під «керівництвом» нервової та гуморальної систем.

Способи регуляції функцій організму. Головною умовою існування будь-якої живої істоти є збереження певної сталості внутрішнього середовища.

Викликає подив те, що людина може жити в надзвичайно різних умовах довкілля: за температури повітря від +50 до –70 °С (120 градусів різниці!), витримувати тривале голодування або брати участь у конкурсі ненажер, жити в горах чи нижче від рівня моря, перебувати в космосі, під водою. Усе це було б неможливим без механізмів, які забезпечують сталість внутрішнього середовища організму.

Відносна сталість внутрішнього середовища організму на будь-якому рівні — молекулярному, клітинному, тканинному, органному, системному — називається ***гомеостазом*** (з грецьк. *той самий* і *стояння, нерухомість*). Він передусім проявляється сталістю хімічного складу крові (певна концентрація білків, глюкози, солей, мікроелементів тощо).

Існують дві системи регуляції функцій органів і систем, спрямованих на збереження гомеостазу, — нервова та гуморальна.

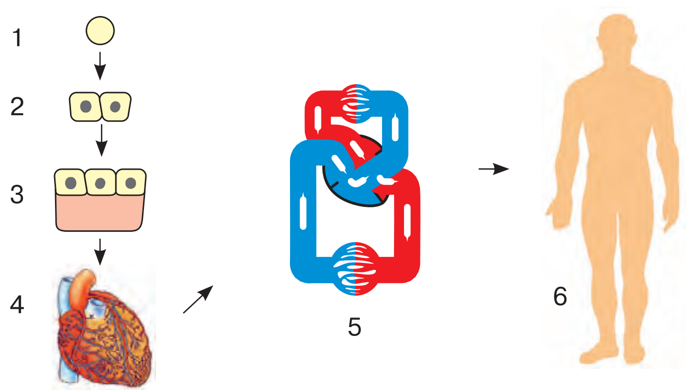


Рис. 9. Рівні організації в організмі людини:

1 — елементний і молекулярний; 2 — клітинний; 3 — тканинний; 4 — органний; 5 — системний; 6 — організмовий

Нервова регуляція забезпечується завдяки двостороннім зв'язкам між нервовою та іншими системами й органами. Нервові центри, що розміщені в головному та спинному мозку, миттєво одержують інформацію у вигляді нервових імпульсів з усіх частин організму. Вони переробляють її та швидко надсилають «накази» — збуджувальні або гальмівні імпульси робочим органам і системам, змінюючи інтенсивність їхньої роботи.

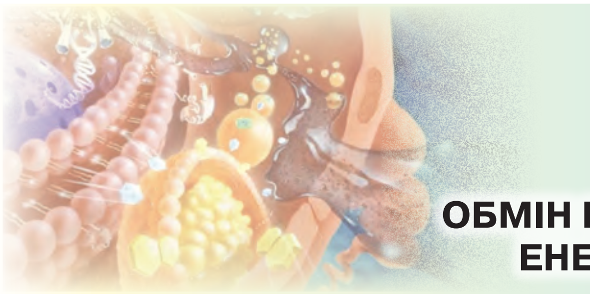
Гуморальна регуляція функцій організму (з грецьк. *рідина*) відбувається через кров та інші рідкі середовища організму (лімфу, міжклітинну рідину) за допомогою біологічно активних речовин, які виділяють певні клітини. Ними є продукти метаболізму клітин, медіатори — посередники нервового збудження, продукти розпаду білків, вуглеводів, вуглекислий газ, а також *гормони*, які виробляють залози внутрішньої секреції. Біологічно активні речовини діють як подразники на мембрани й структурні компоненти клітин, спричиняючи зміну їхнього біохімічного та фізіологічного стану. Вони впливають тільки на певні органи й тканини (так звані мішені), що мають відповідні рецептори.

Гуморальна регуляція, безумовно, — повільніший спосіб керування функціями органів і систем, аніж за допомогою нервової системи, однак цей вплив може бути довготривалим. Наприклад, гормон росту, виділяючись роками, забезпечує ріст дитини. Гуморальна регуляція підпорядковується нервовій, і разом вони здійснюють ***нейрогуморальну регуляцію*** всіх функцій організму.

Думаємо, розуміємо, відповідаємо. **1.** Дайте визначення поняття «орган». **2.** Поясніть, за якими ознаками органи об'єднують у фізіологічні та функціональні системи. **3.** Обґрунтуйте, що дає людині взаємоузгоджене об'єднання різних органів і систем. **4.** Поясніть біологічне значення явища гомеостазу. **5.** Охарактеризуйте механізм нервової регуляції. **6.** Поясніть механізм гуморальної регуляції.

Домашнє завдання. Пригадайте, як живляться рослини та тварини.

Це треба знати. Гомеостатична рівновага в здоровому організмі має широкий діапазон витривалості. Проте в кожної людини він різний, залежно від стану її здоров'я, загартованості, тренованості та віку.



ТЕМА 1
ОБМІН РЕЧОВИН І ПЕРЕТВОРЕННЯ ЕНЕРГІЇ В ОРГАНІЗМІ ЛЮДИНИ

§ 5 ОБМІН РЕЧОВИН І ЕНЕРГІЇ В ОРГАНІЗМІ. ОБМІН ВОДИ ТА МІНЕРАЛЬНИХ РЕЧОВИН

ОСНОВНІ ПОНЯТТЯ І ТЕРМІНИ: обмін речовин і енергії (метаболізм), асиміляція (анаболізм), дисиміляція (катаболізм), мітохондрії, АТФ, обмін води та мінеральних речовин.

Поняття про обмін речовин і енергії. Однією з основних властивостей живих організмів, що відрізняє їх від неживих утворень, є їх здатність підтримувати високий рівень своєї структурної організації. Ця властивість пов'язана з безперервним обміном речовинами й енергією із зовнішнім середовищем.

Процеси життєдіяльності організму (скорочення м'язів, утворення нервових імпульсів, травлення, дихання та ін.) супроводжуються розщепленням молекул органічних речовин. Наприклад, за добу в ньому руйнується весь епітелій кишок. Тривалість існування окремих органоїдів клітини — від кількох годин до кількох діб. Зрозуміло, що життя будь-якої клітини, органа й цілісного організму можливе тільки за умов своєчасного й повного їхнього відновлення.

Процеси, у результаті яких відбувається утворення органічних сполук, необхідних для росту, відновлення клітин і забезпечення їхніх функцій, називають ***асиміляцією***, або ***анаболізмом*** (з грецьк. *підняття, підйом*). Розщеплення органічних речовин на простіші сполуки називають ***дисиміляцією***, або ***катаболізмом*** (з грецьк. *скидання вниз*).

Під час розщеплення великих молекул на прості енергія вивільняється й накопичується в молекулах **АТФ *(аденозинтрифосфат)***. Ця речовина виконує функцію акумулятора енергії в клітині. Ріст, відновлення структур і функціональна активність організму (наприклад, біг) супроводжуються *поглинанням енергії*, накопиченої в АТФ.

Обидва процеси обміну речовин і енергії — асиміляція й дисиміляція — нерозривно взаємопов'язані й називаються ***метаболізмом***.

метаболізм = катаболізм + анаболізм

Отже, ***метаболізм*** (з грецьк. *зміна, перетворення*) — це сукупність усіх хімічних реакцій, перетворень речовин і енергії в клітині й організмі в цілому.

Одночасно в кожній клітині організму відбувається 1–2 тис. взаємоузгоджених метаболічних хімічних перетворень.

Під ***обміном речовин*** розуміють сукупність змін, що відбуваються з цими речовинами від моменту надходження в організм із навколишнього середовища до моменту утворення кінцевих продуктів розпаду й виведення їх з організму.

Енергетичний обмін — це процеси, пов'язані з вивільненням енергії, що знаходиться в хімічних зв'язках органічних речовин, і її використання для потреб організму.

Енергетичні потреби організму. На побудову нових клітин, їх оновлення, роботу різних органів (серця, травного апарату, нирок, скорочення скелетних м'язів під час виконання фізичної роботи) витрачається енергія, що вивільняється внаслідок розщеплення хімічних зв'язків органічних речовин: білків, жирів, вуглеводів.

Як відомо, у природі діє закон збереження енергії, згідно з яким, енергія не виникає й не зникає, а лише перетворюється з одного виду на інші. В організмі людини та тварин також відбуваються перетворення енергії. Електрична енергія нервового імпульсу, хімічна енергія окиснення органічних речовин, механічна енергія скорочення м'язів перетворюються на теплову. Тепло необхідне для підтримання сталої температури тіла. Якщо за допомогою спеціальних приладів підрахувати кількість енергії, яка надходить до організму людини з продуктами харчування, і кількість енергії, яку вона витрачає в процесі своєї життєдіяльності, то ці величини будуть однакові. Це свідчить про те, що закон збереження енергії притаманний і людському організмові.

Для молодих людей віком 20 років і масою 70 кг необхідно приблизно 1700 ккал (7140 кДж) енергії на добу в стані повного спокою. На виконання фізичної роботи, залежно від її інтенсивності, людина витрачає ще від 1000 до 4000 ккал (4200–16 800 кДж) енергії за добу. Отже, в організмі людини за добу має розщепитися стільки білків, жирів і вуглеводів, скільки необхідно для вивільнення зазначеної вище енергії.

Обмін води в організмі. Функції води в людському організмі розглядалися в § 2. Людський організм потребує її в середньому 2,5 л на добу. Приблизно 1,2–1,5 л людина випиває як чисту воду, різні напої та вживає з першими стравами. Ще літр потрапляє до організму з харчовими продуктами. Завдяки окисненню білків, жирів і вуглеводів приблизно 0,3 л води утворюється в процесі обміну речовин.

У нормі організм людини за добу має виділити стільки води, скільки її отримав — тобто 2,5 л. Один-півтора літра води виходить із сечею, 0,5–0,6 л — випаровується через шкіру, 0,15–0,4 л — під час видиху з легенів, 0,15 л — виводиться з каловими масами.

Кількість води, уживаної людиною за добу, визначається умовами її життєдіяльності. Так, у пустелі або за важкого фізичного навантаження через значне потовиділення організм витрачає багато води, тож і потребує її більше. Регуляція водного обміну пов'язана з регуляцією концентрації солі в організмі.

Оскільки людина щоденно споживає значну кількість води, її якість суттєво впливає на здоров'я.

Це треба пам'ятати! У водоймах можуть існувати збудники різних кишкових інфекцій — холери, дизентерії, черевного тифу, а також до них потрапляють отрути різного походження. Тому пити воду можна тільки з перевірених джерел! При купанні не можна набирати воду в рот.

Обмін мінеральних речовин. Для нормальної життєдіяльності організму необхідне постійне надходження з їжею мінеральних речовин, оскільки вони постійно витрачаються з продуктами виділення (сечею, потом, калом).

Частина цих речовин *(макроелементи)* має надходити в значній кількості, а частина *(мікроелементи)* — у мізерній. Нестача хоча б одного з мінеральних елементів буде викликати порушення в організмі. Так, солі Кальцію беруть участь у процесах зсідання крові, скороченні м'язів, вони входять до складу кісток. Сполуки Калію є основними солями в цитоплазмі клітин. Разом з іонами Натрію іони Калію забезпечують *біоелектричні процеси*. Ферум входить до складу гемоглобіну; Йод — до складу гормона щитоподібної залози; Магній, Манган, Кобальт, Купрум, Цинк — до складу багатьох ферментів *(як небілкові їх компоненти, або кофактори)*.

Більшість мінеральних речовин людина вживає в достатній кількості за умови різноманітного харчування. Наприклад, уживаючи продукти рослинного походження, ми отримуємо Калій, Ферум, Магній, Манган. Продукти тваринного походження (м'ясо, молоко, яйця, сир) постачають Фосфор, Сульфур, Кальцій, Ферум, Кобальт, Фтор. Купрум і Цинк є в достатній кількості в усіх продуктах харчування. А от Йоду, який надходить у їжу з рослинної й тваринної сировини, що вирощена в Україні, практично немає. Тому для запобігання розвитку *йододефіцитних* захворювань необхідно вживати морепродукти (рибу, кальмари, креветки, морську капусту). Нестачу йоду в продуктах харчування можна компенсувати, додаючи до них йодовану сіль.

Для людського організму, який росте, дуже важливим є надходження достатньої кількості Кальцію. Кістки та зуби складаються переважно з його солей (до 99 % твердої мінеральної речовини). Природним джерелом Кальцію є різні молочні продукти, особливо сир. Засвоєнню його організмом сприяє вітамін D. Дефіцит цього елемента може виникнути в організмі внаслідок порушення його засвоєння при зловживанні жирною їжею, недостатньому виробленні жовчі. Проявом цього є карієс зубів.

Особливе місце серед мінеральних речовин має натрій хлорид ($NaCl$), який у побуті називають *кухонною сіллю*, або просто *сіллю*. Натрій хлорид щоденно втрачається організмом у значній кількості із сечею, потом і калом. Тому потреба в ньому становить приблизно 10 г на добу. Частину його ми отримуємо з харчовими продуктами, але цього недостатньо. Значна частина натрій хлориду надходить в організм за рахунок підсолювання їжі кухонною сіллю. Потрапивши в організм, кухонна сіль завдяки процесу дифузії всмоктується в тонкому кишечнику. Організм дорослої людини містить загалом 130–145 г $NaCl$, кров — 16–18 г, кістки скелета — 35–45 г. Концентрація натрій хлориду в плазмі крові — один із найбільш сталих показників в організмі.

За рік людина споживає 4–4,5 кг солі, а за все своє життя — 300–320 кг (отже, пуд солі можна з'їсти всього за чотири роки).

Думаємо, розуміємо, відповідаємо. **1.** Визначте роль обміну речовин та енергії для збереження життя й гомеостазу. **2.** Поясніть біологічне значення асиміляції та дисиміляції. **3.** Поясніть, на що витрачається енергія, яка утворюється в результаті обміну речовин. **4.** Наведіть приклади проявів обміну речовин за різних умов життя. **5.** Визначте біологічне значення обміну Натрію та Хлору. **6.** Охарактеризуйте причини й наслідки порушень водно-сольового обміну. Які їхні прояви? **7.** Які харчові продукти є джерелом Кальцію та Фосфору? **8.** Визначте біологічне значення Фосфору для організму людини. **9**. Обґрунтуйте значення й участь Фтору, Йоду, Феруму та Калію в обміні речовин організму людини.

Самостійна робота з підручником. **1.** Обґрунтуйте, чому в спеку людина відчуває спрагу. Які зміни в крові відбуваються при цьому? **2.** Складіть пам'ятку «Гігієна вживання та використання води», ознайомте з нею членів родини.

Запитання для допитливих. **1.** Чому людині, яка фізично працює, навіть на морозі стає спекотно? **2.** Чому не мерзне «людина-морж», яка купається взимку в ополонці? **3.** Який процес — асиміляції чи дисиміляції — переважає в здорової дитини? **4.** Для якого процесу — асиміляції чи дисиміляції — більше потрібний кисень? **5.** Чому перед складанням іспитів рекомендується їсти більше риби?

Домашнє завдання. **1.** За допомогою підручника визначте функції різних систем організму в забезпеченні обміну речовин. Запишіть відповідь у зошит у таблицю. **2.** Складіть схему про органи, що беруть участь у водно-сольовому обміні. **3.** Складіть таблицю «Природні джерела Кальцію, Фосфору, Фтору, Феруму та Калію».

§ 6 ОБМІН БІЛКІВ, ВУГЛЕВОДІВ І ЖИРІВ ТА ЙОГО ПОРУШЕННЯ

ОСНОВНІ ПОНЯТТЯ І ТЕРМІНИ: обмін білків, вуглеводів і жирів, незамінні амінокислоти, інсулін, глюкагон, цукровий діабет, переїдання, ожиріння, голодування, виснаження.

Обмін білків. ***Білки*** — це високомолекулярні сполуки, до складу яких входить 20 амінокислот.

Вони є основним будівельним матеріалом для клітин, за їх участю відбуваються всі життєві функції організму (перенесення кисню, травлення, імунні процеси, скорочення м'язів та ін.). Усі хімічні реакції в клітинах каталізуються білками-ферментами.

Білки можуть використовуватись організмом і як джерело енергії. При окисненні одного грама білка в організмі вивільняється 17,2 кДж енергії.

Добова потреба дорослої людини в білках — 100–120 г. Вони є в продуктах рослинного й тваринного походження. Білки тваринного походження (молоко, м'ясо, яйця) містять усі 20 амінокислот, серед них і ***незамінні амінокислоти***, які не утворюються в організмі людини, але необхідні для її розвитку та

нормальної життєдіяльності. Тому ці білки мають надходити до організму з їжею. У білках рослинного походження незамінні амінокислоти або повністю відсутні, або їх вміст недостатній.

Нестача в організмі навіть однієї незамінної амінокислоти призводить до небажаних змін у фізіологічному стані людини. Білки не відкладаються про запас, вони мають постійно надходити з харчовими продуктами.

У травному каналі білки їжі розщеплюються на амінокислоти, які надходять у кров. У клітинах з амінокислот синтезуються білки, властиві людському організмові.

Водночас білки клітин і частина амінокислот, які надійшли в організм з їжею, розщеплюються на кінцеві продукти: вуглекислий газ, воду, аміак тощо. Розщеплення амінокислот зазвичай відбувається в печінці. Продукти розпаду й надлишок води виводяться з організму через нирки, легені й шкіру.

Обмін вуглеводів і його порушення. ***Вуглеводи*** (крохмаль, цукор) є основним постачальником енергії для організму. При окисненні одного грама глюкози вивільняється така сама кількість енергії, що й при окисненні білків — 17,2 кДж. Цінність вуглеводів як джерела енергії пов'язана зі значною швидкістю їх засвоєння з їжі та легкістю використання кожною клітиною організму.

Перетравлення вуглеводів розпочинається в ротовій порожнині та здійснюється в усіх відділах травного шляху. Навіть у товстому кишечнику з клітковини за рахунок діяльності мікрофлори утворюється незначна кількість глюкози. Вона легко всмоктується в кров і засвоюється клітинами. Необхідна для забезпечення сьогочасних потреб клітини в енергії частина глюкози окиснюється в мітохондріях, вивільняючи енергію, що акумулюється у формі АТФ. Надлишок глюкози накопичується в клітинах у формі тваринного крохмалю — глікогену. Найбільшу здатність до його накопичення мають клітини печінки та скелетних м'язів.

Загальна щоденна потреба вуглеводів для організму дорослої людини — 350–500 г. Найбільше їх у рослинній їжі, менше — у продуктах тваринного походження. Багато вуглеводів надходить до організму у вигляді цукру.

Рівень глюкози крові здорової людини має бути сталим (це одна з основних складових гомеостазу) і становити приблизно 0,1 %. Ця сталість забезпечується взаємоузгодженістю вироблення двох гормонів підшлункової залози — ***інсуліну*** та ***глюкагону***.

Неправильне харчування, ожиріння, алкоголь, стреси виснажують клітини підшлункової залози, що утворюють інсулін. Регуляція глюкози порушується. При цьому виникає захворювання ***цукровий діабет***.

Якщо рівень глюкози в крові вищий 0,12 %, може виникнути *діабетична кома*. Людина втрачає свідомість. Унаслідок тяжкого самоотруєння вона може загинути. Для підтримки нормального рівня глюкози в крові хворим на цукровий діабет уводять інсулін, який отримують із підшлункової залози тварин.

Це треба пам'ятати! Аби запобігти цій небезпечній хворобі, не зловживайте солодощами, не переїдайте, не допускайте ожиріння, постійно тренуйте своє тіло.

Обмін жирів. ***Жири*** в організмі відіграють важливу біологічну роль: входять до складу клітинних мембран і мітохондрій, оболонок нервів. У здорової людини вони становлять 10–20 % від маси тіла. Найбільше їх відкладається в підшкірній основі, яка захищає організм від механічних ушкоджень, сприяє збереженню тепла і є енергетичним «депо» на випадок голодування організму. Прошарок жирової тканини між внутрішніми органами забезпечує їх фіксацію в черевній порожнині. При виснаженні людини, коли прошарок зменшується або зникає, внутрішні органи опускаються в нижню частину черевної порожнини, їх функція порушується.

Жири відіграють важливу *енергетичну роль*, бо при їхньому розкладанні вивільняється багато енергії — 39 кДж. У клітинах вони розпадаються до води та вуглекислого газу. За рахунок вивільненої енергії утворюються молекули АТФ.

Фізіологічна потреба в жирах для дорослих — 100 г на добу; 70 % їх людина має отримувати з продуктами тваринного походження (вершкове масло, вершки, молоко, сало), 30 % — рослинного походження (соняшникова, кукурудзяна, оливкова олії тощо).

Переїдання та ожиріння. Порушення жирового обміну найчастіше проявляється ***ожирінням*** *(рис. 10, а)*. Є така приказка: «Ненажера риє собі могилу власними зубами». Особливо небезпечне переїдання при малорухливому способі життя, коли кількість енергії, яку людина отримує з їжею, переважає її енерговитрати. Тоді виникає ожиріння, маса тіла збільшується на 50 % і більше. Жир відкладається в підшкірній основі. Його надлишок також перетворюється на холестерин і відкладається в судинах у вигляді атеросклеротичних бляшок. Частина жиру перетворюється на глюкозу, що може спричинити цукровий діабет. Через атеросклероз і різні гормональні відхилення в людей з ожирінням виникає тяжка гіпертонічна хвороба, часто трапляються інфаркти серця та мозкові інсульти.



Рис. 10. Ожиріння *(а)* і дистрофія *(б)*

Голодування та виснаження. Голодування буває вимушеним унаслідок певних соціальних чинників чи стихійного лиха, лікувальним (його можна проводити тільки під наглядом лікарів). Трапляється, що люди свідомо прирікають себе на муки голоду, аби тільки мати гарну фігуру. Для цього вони відмовляються від їжі, штучно викликають у себе постійні блювання, уживають проносні та сечогінні засоби, спричиняючи білкове, вуглеводне, жирове голодування, утрачають багато мінеральних солей і мікроелементів, зневоднюють свій організм. Не отримуючи потрібних поживних речовин, він починає використовувати внутрішні запаси; при цьому утво-

рюються різні отруйні проміжні продукти обміну. Коли ж ці запаси вичерпуються, настає незворотне порушення обміну речовин — тяжка ***дистрофія організму*** *(рис. 10, б)*, виснаження, змінюються будова та функції внутрішніх органів. Максимальний термін повного голодування, після якого настає смерть (якщо людина п'є тільки воду), — 65–70 діб. Діти й підлітки гинуть ще раніше.

Думаємо, розуміємо, відповідаємо. **1.** Обґрунтуйте значення білків для організму людини. **2.** Поясніть, з яких хімічних елементів і молекул складаються білки та в чому полягає їх біологічна цінність. **3.** До яких уражень призводить порушення обміну білків? **4.** Обґрунтуйте значення вуглеводів для організму людини. **5.** Поясніть механізм виникнення цукрового діабету. **6.** Допишіть речення: «… та … — гормони підшлункової залози, що регулюють вміст глюкози в крові». **7.** Обґрунтуйте ускладнення, що виникають при порушенні вуглеводного обміну. **8.** Обґрунтуйте значення жирів для організму людини. **9.** Поясніть приказку: «Ненажера риє собі могилу власними зубами». Чим небезпечне ожиріння? **10.** Обґрунтуйте, чому голодування небезпечне для організму людини. Поясніть механізм виникнення білкової дистрофії та виснаження.

Самостійна робота з підручником. Намалюйте в зошитах таблицю та запишіть види порушень обміну білків, вуглеводів і жирів.

Хвороба	Причини виникнення	Прояви	Заходи профілактики

Домашнє завдання. Намалюйте й заповніть таблицю в зошитах.

Поживні речовини *(у калоріях)*	Добова потреба *(у грамах)*	Енергетична цінність

Це треба знати. Для схуднення необхідно використовувати збалансовані дієти, що містять усі необхідні поживні речовини, але мають обмежену енергетичну цінність. Таку дієту бажано обговорити з лікарем-дієтологом.

§ 7 ВІТАМІНИ

ОСНОВНІ ПОНЯТТЯ І ТЕРМІНИ: водорозчинні та жиророзчинні вітаміни, авітаміноз, гіповітаміноз.

Вітаміни (з латин. *життя*) — це речовини різної хімічної природи, що необхідні для забезпечення важливих фізіологічних і біологічних процесів в організмі.

Основоположник учення про вітаміни — російський лікар ***Микола Лунін***. Оскільки більшість цих речовин не відкладається про запас і не синтезується

в організмі, необхідно постійно вживати продукти, що їх містять. За нестачі вітамінів у їжі в організмі людини виникає захворювання ***гіповітаміноз***, а за їх відсутності — ***авітаміноз***.

> **Це треба пам'ятати!** Потреба організму у вітамінах зростає під час перебігу всіх захворювань, при виконанні важкої фізичної й розумової праці, вагітності, в умовах підвищеної радіоактивності.

Розрізняють водорозчинні (С, групи В) і жиророзчинні (А, D, Е, К) вітаміни *(рис. 11)*.

Водорозчинні вітаміни. ***Вітамін С***, або ***аскорбінова кислота***, входить до складу ферментів, які забезпечують засвоєння білка клітиною, а завдяки цьому — міцність тканин, особливо сполучної та м'язової; швидке загоєння ран при порушеннях у тканинах (запалення, травмування); реакції імунітету; нормальне продукування гормонів.

Гіпо- й авітаміноз вітаміну С спричиняють ***цингу***, за якої припиняється синтез білків. Це призводить до руйнування тканин, утворення виразок на слизових оболонках, зокрема ясен *(рис. 12)*, травних шляхів, руйнування судин. Як наслідок — кровотечі з ясен, слизової оболонки травних шляхів, носової порожнини, розхитування й випадання зубів. Шкіра стає плямистою, трапляються підшкірні крововиливи, навіть смертельні кровотечі в черевну порожнину; не виробляються антитіла й інші чинники імунітету; організм стає беззахисним щодо хвороботворних мікроорганізмів, і людина може загинути через будь-яку хворобу.

Добова потреба вітаміну С становить 50–100 мг. Основне його джерело — сира рослинна їжа: капуста, цибуля, чорна смородина, щавель, лимони, плоди шипшини, обліпиха, китайський лимонник. Цей вітамін дуже нестійкий: швидко руйнується в зірваних плодах, при кулінарній обробці продуктів, контакті з киснем. Тому овочі та фрукти необхідно нарізати безпосередньо перед уживанням. Варити їх треба, кидаючи в киплячу воду.

Вітамін С руйнується також при контакті з металами. Тому подрібнювати овочі краще на пластмасовій або дерев'яній шатківниці, а варити — в емальованому посуді. Щоб узимку забезпечити організм вітаміном С, пийте вітамінні чаї з шипшини, листя чорної смородини, берези, вишні, чорниць, полуниць, суниць, конюшини, соснових або ялинових гілочок.

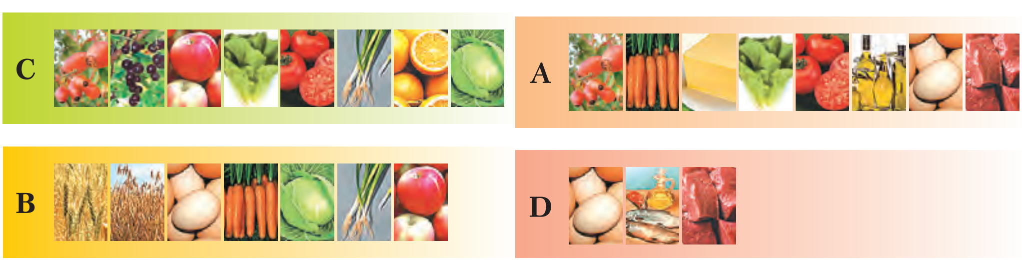


Рис. 11. Вміст вітамінів у різних продуктах



Рис. 12. Запалення й ураження ясен при захворюванні на цингу

Вітаміни групи В. ***Вітамін B_1*** — один із найважливіших у цій групі. Надзвичайна його роль у вуглеводному обміні. Нестача або відсутність цього вітаміну призводить до тяжких, іноді навіть смертельних уражень нервової системи, найтяжча форма якого — ***хвороба бері-бері*** — параліч нижніх кінцівок і м'язове виснаження. Багато вітаміну B_1 у дріжджах, хлібному квасі, у зернових і бобових культурах, у яєчному жовтку, найбільше його міститься у висівках пшениці, жита, рису.

Вітамін B_2 бере участь в обміні білків, жирів і вуглеводів, у процесах росту організму, відновленні клітин шкіри, слизових оболонок. Він потрібен для сприйняття кольору та світла. За його нестачі шкіра стає сухою, тріскається, по краях губ утворюються болісні тріщини (заїди), значно погіршується зір. Основні джерела цього вітаміну — яйця, сир, молоко, ряжанка, кефір, крупи, бобові культури.

Вітамін B_6 забезпечує нормальне засвоєння білків і жирів. Нестача його в організмі дитини спричиняє затримку росту, недокрів'я, шлунково-кишкові розлади, підвищену дратівливість. У дорослих нестача вітаміну спричиняє запалення шкіри, слизових оболонок, частіше — ротової порожнини, безсоння. Цей вітамін міститься в багатьох продуктах рослинного та тваринного походження: кукурудзі, ячмені, горосі, картоплі, буряках, яловичині, яйцях, молоці. У нормі вітамін B_6 у достатній кількості утворюється мікроорганізмами товстого кишечнику.

Вітамін B_{12} є протианемічним чинником. За його нестачі в організмі людини можуть виникати тяжкі, навіть смертельні анемії. Основне джерело цього вітаміну — продукти тваринного походження: м'ясо, печінка. Причина виникнення авітамінозу — неповноцінне харчування, наприклад вегетаріанське.

Жиророзчинні вітаміни. ***Вітамін А***, або ***ретинол*** (з латин. *сітківка ока*), входить до складу пігменту зорових рецепторів — паличок і колбочок; сприяє нормальному росту організму (його ще називають «вітаміном росту»), розмноженню та відновленню тих клітин, які швидко й постійно змінюються — крові, шкіри, слизових оболонок тощо; завдяки важливому значенню в білковому обміні він підвищує опірність тканин до інфекцій і прискорює процеси загоєння ран.

Гіпо- й авітаміноз вітаміну А спричиняє порушення функції зору (виникає так звана «куряча сліпота», коли в сутінках людина майже нічого не бачить); сухість шкіри та слизових оболонок, утворення виразок і гнійників; недостатній ріст.

Оскільки цей вітамін жиророзчинний, то в повноцінному вигляді він міститься лише у тваринних жирах: печінці, особливо риб'ячій, у риб'ячому жирі. Є він також у шипшиновій, обліпиховій, морквяній оліях. Неактивний



Рис. 13. Викривлення ніг при захворюванні на рахіт

попередник цього вітаміну — ***каротин*** (з латин. *морква*) — є в червоних, жовтих, жовтогарячих фруктах і овочах: абрикосах, моркві, червоному солодкому перці, а також у шпинаті, бобових тощо. Для ефективнішого засвоєння вітаміну А необхідно вживати ці овочі та фрукти з олією або сметаною.

Вітамін D разом із гормонами щитоподібної та паращитоподібних залоз впливає на процеси кісткоутворення й регулює правильне співвідношення *Кальцію* та *Фосфору*, з яких утворюються кістки, забезпечує всмоктування цих елементів у тонкому кишечнику та перенесення їх кров'ю до кісткової тканини.

У разі гіпо- й авітамінозу вітаміну D виникає тяжке захворювання — ***рахіт*** (з грецьк. *хребетний стовп*).

Від нестачі Кальцію та Фосфору в організмі дитини її кістки розм'якшуються, тоншають, не заростає тім'ячко; ноги викривляються, спотворюються *(рис. 13)*, ріст уповільнюється. Вітамін D міститься в печінці, риб'ячому жирі, яєчному жовтку. Організм може сам синтезувати вітамін D у шкірі під впливом сонячних променів.

Вітамін E впливає на репродуктивну функцію. Його нестача спричиняє безплідність. Цей вітамін міститься в нерафінованих рослинних оліях, зародках зерен пшениці, печінці.

Вітамін K синтезується мікроорганізмами кишечнику. Без нього не утворюється найважливіший чинник згортання крові — протромбін. Цей вітамін містять деякі рослини: шпинат, капуста, салат, кропива, грицики, деревій.

Думаємо, розуміємо, відповідаємо. **1.** Поясніть походження слова *вітамін*. **2.** Що є джерелом вітамінів для організму людини? **3.** Назвіть хворобливі стани, що виникають за нестачі вітамінів в організмі. **4.** Обґрунтуйте значення вітаміну C для організму людини. Які порушення виникають за його нестачі? **5.** Обґрунтуйте значення вітамінів групи B для організму людини. Які порушення в організмі виникають за їхньої нестачі? **6.** Який природний чинник сприяє профілактиці та лікуванню рахіту?

Самостійна робота з підручником. Складіть і запишіть у зошитах таблицю «Вітаміни, їх роль і шляхи надходження в організм».

Запитання для допитливих. Який існує зв'язок між сонячним промінням і ростом кісток?

Домашнє завдання. **1.** Складіть пам'ятку, як зберегти вітамін С у продуктах харчування; ознайомте з нею членів своєї родини. **2.** Користуючись підручником і додатковою літературою, розробіть проект на тему «Збалансоване харчування».

Це треба знати. Повноцінне та різноманітне харчування — запорука отримання організмом необхідної кількості вітамінів.

Дослідницький практикум № 1

ТЕМА. Самоспостереження за співвідношенням маси та зросту тіла

МЕТА: навчитися вимірювати зріст і масу тіла, оцінювати їхнє значення.

ОБЛАДНАННЯ ТА МАТЕРІАЛИ: ростомір, ваги, таблиці стандартів фізичного розвитку учнів шкіл.

ХІД РОБОТИ

1. Поміряйте зріст ростоміром (зверніть увагу на те, щоб голова досліджуваного має бути в такому положенні, щоб верхній край зовнішнього слухового проходу та кути очей були на одному горизонтальному рівні).
2. Виміряйте масу тіла, використовуючи медичні або побутові ваги.
3. Запишіть показники зросту та маси в різних досліджуваних до таблиці в зошитах. Порівняйте показники зросту й маси тіла зі стандартами фізичного розвитку.

Вік	Хлопці	Дівчата
Зріст *(у см)*		

Вік	Хлопці	Дівчата
Маса *(у кг)*		

ВИСНОВОК

1. Яка відповідність (невідповідність) антропометричних показників фізіологічній нормі?
2. Поясніть значення цих показників для раціонального харчування, складання добового харчового раціону.

Це треба знати. Значне відхилення зросту й маси тіла від нормальних значень у той чи інший бік є підставою для звернення до лікаря.



ТЕМА 2
ТРАВЛЕННЯ

§ 8 ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА БУДОВИ І ФУНКЦІЙ ТРАВНОЇ СИСТЕМИ

ОСНОВНІ ПОНЯТТЯ І ТЕРМІНИ: поживні речовини, травлення, травна система, механічна та хімічна обробка їжі, травні ферменти, регуляція травлення.

Харчові продукти та поживні речовини. Харчування — неодмінна умова для нормального росту, розвитку й життєдіяльності людського організму. До складу різноманітних харчових продуктів входять основні *поживні речовини:* білки, жири, вуглеводи, мінеральні солі, вітаміни й вода. Продукти рослинного та тваринного походження, доповнюючи одні одних, забезпечують клітини організму всіма потрібними поживними речовинами. Вода, мінеральні солі й вітаміни засвоюються в тому вигляді, у якому вони є в їжі. Великі молекули білків, жирів і вуглеводів не можуть пройти крізь стінки травного каналу. Тому ці речовини спочатку підлягають хімічній обробці — *травленню*, вони перетравлюються, просуваючись травним шляхом.

Фізіологічна сутність травлення. ***Травлення*** — складний фізіологічний процес, у ході якого їжа у вигляді харчових продуктів надходить у травний шлях, зазнає механічних і хімічних перетворень, а поживні речовини (білки, жири, вуглеводи) після розщеплення на прості компоненти всмоктуються в кров і лімфу та засвоюються організмом.

Травлення поділяють на *порожнинне*, що відбувається в шлунково-кишковому тракті, і *внутрішньоклітинне*, яке здійснюється в клітинах.

Порожнинне травлення складається з таких етапів:

• *механічної* (пережовування) і *хімічної обробки* харчових продуктів у порожнині рота; *проковтування їжі*;

• *проходження її стравоходом у шлунок;*

• *механічної обробки та перетравлювання в шлунку й тонкому кишечнику* за допомогою біологічних каталізаторів — ферментів;

• *усмоктування перетравлених органічних речовин* у кров і лімфу в тонкому кишечнику й рознесення їх із кров'ю по всьому організму;

• *просування та подальша хімічна й бактеріальна обробка їжі в товстому кишечнику*;

• *видалення неперетравлених і незасвоєних решток їжі через анальний отвір*.

Внутрішньоклітинне травлення. Після всмоктування розщеплені поживні речовини розносяться з кров'ю по всьому організму й починається процес

внутрішньоклітинного травлення, або безпосереднього засвоєння поживних речовин. ***Внутрішньоклітинне травлення*** — це подальша обробка поживних речовин ферментами лізосом або окиснення в мітохондріях. Безпосередньо в клітинах відбуваються метаболічні процеси — анаболізм і катаболізм — за участю кисню з вивільненням енергії у формі АТФ.

Регуляція процесів травлення. ***Нервову регуляцію*** здійснює насамперед харчовий центр гіпоталамуса (відділ проміжного мозку) на основі безумовних рефлексів. У ньому знаходяться центри голоду та насичення, а також центри спраги та насичення водою. Зменшення вмісту поживних речовин у крові призводить до збудження центру голоду. Наповнення шлунка та всмоктування в кров поживних речовин, навпаки, збуджують центр насичення.

Людина має вибірковий потяг до певного виду їжі. Це явище називається *апетитом* (з латин. *пристрасть, бажання*). На відміну від голоду, апетит може виникати навіть у ситої людини, що може зумовлювати переїдання. Водночас порушення або зникнення апетиту може бути проявом якогось захворювання. У регуляції процесів травлення бере участь і кора великих півкуль головного мозку, що зумовлює утворення харчових умовних рефлексів.

Гуморальна регуляція травлення відбувається за допомогою *місцевих гормонів травного шляху*, які виробляють слизові оболонки шлунка, дванадцятипалої кишки та підшлункової залози. Вони регулюють якість і кількість необхідних ферментів, скоротливу діяльність шлунка та кишечнику, процеси всмоктування, секреції слизу, вироблення травних ферментів травними залозами.

Загальна будова травної системи. ***Травною системою*** називають сукупність органів, які забезпечують механічну й хімічну обробку їжі, вивільнення з неї поживних речовин та їхнє всмоктування, а також виведення з організму неперетравлених і незасвоєних решток їжі з організму *(рис. 14)*.

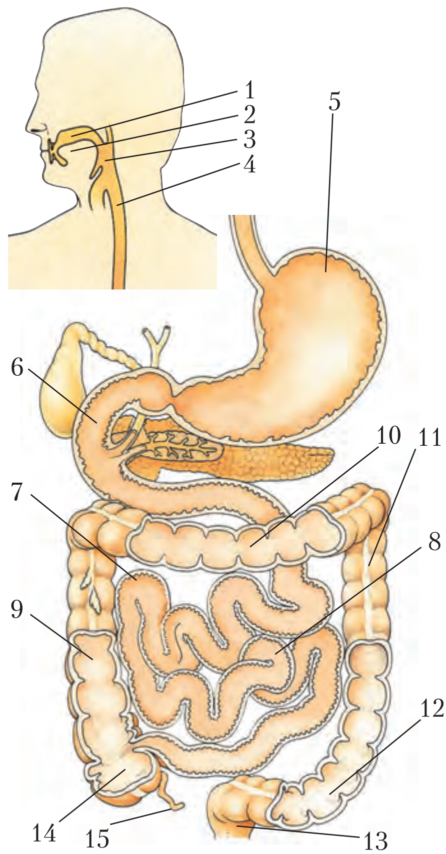


Рис. 14. Загальна будова травної системи:

1 — ротова порожнина; 2 — язик; 3 — глотка; 4 — стравохід; 5 — шлунок; 6 — дванадцятипала кишка; 7 — тонка кишка; 8 — клубова кишка; 9 — висхідна ободова кишка; 10 — поперекова ободова кишка; 11 — низхідна ободова кишка; 12 — сигмоподібна ободова кишка; 13 — пряма кишка; 14 — сліпа кишка; 15 — червоподібний відросток сліпої кишки — апендикс

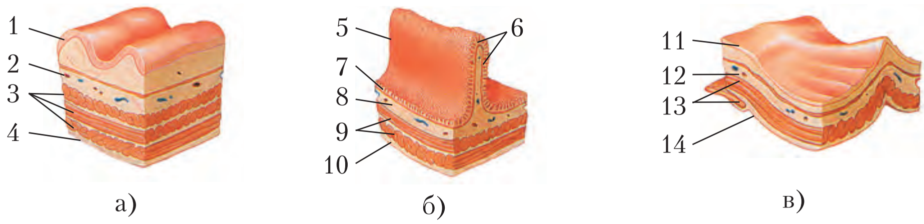


Рис. 15. Будова стінок шлунково-кишкового тракту:
а) стінка шлунка: 1 — слизова оболонка; 2 — підслизовий шар; 3 — м'язова оболонка; 4 — серозна оболонка; б) стінка тонкої кишки: 5 — кишкові ворсинки; 6, 7 — слизова оболонка; 8 — підслизовий шар; 9 — м'язова оболонка; 10 — серозна оболонка; в) стінка ободової кишки: 11 — слизова оболонка; 12 — підслизовий шар; 13 — м'язова оболонка; 14 — серозна оболонка

Травна система складається з ***шлунково-кишкового тракту*** *(рис. 15)* і ***травних залоз*** — слинних, підшлункової та печінки, які виробляють секрети, необхідні для процесів травлення. Шлунково-кишковий тракт побудований так, що їжа по ньому може просуватися тільки в одному напрямку (від рота до анального отвору), а тому людина може продовжувати харчуватися й тоді, коли з'їдена раніше їжа ще перетравлюється. Шлунково-кишковий тракт має вигляд зігнутої трубки з розширенням (шлунок) і петлями (кишки) загальною довжиною 6–9 м.

Починається шлунково-кишковий тракт ротовою порожниною, за нею розміщені глотка, стравохід, шлунок, тонкий і товстий кишечник; закінчується анальним отвором. Стравохід, шлунок і кишечник мають трубчасту будову. Їх стінки складаються з чотирьох шарів (оболонок).

Внутрішній шар — *слизова оболонка* — виконує такі функції: секреторну (вироблення слизу, травних ферментів), усмоктування, а також вироблення травних гормонів.

Наступний шар — *підслизова основа*, у якій міститься багато кровоносних і лімфатичних судин, нервів. Разом із слизовою оболонкою вона утворює складки, які збільшують секреторну та всмоктувальну поверхні травного шляху.

М'язову оболонку утворюють непосмуговані м'язи, що забезпечують механічну обробку їжі — подрібнення харчової грудки, перемішування, просування шлунково-кишковим трактом і виведення неперетравлених решток.

Зовнішнім шаром глотки та стравоходу є сполучнотканинна оболонка, яку називають *серозною*, зовнішня сполучнотканинна оболонка шлунка та кишечнику називається *очеревиною*. Вона також має кілька шарів і не тільки вкриває внутрішні органи ззовні, а й зв'язує їх між собою та з черевною стінкою, ніби міцним каркасом.

Думаємо, розуміємо, відповідаємо. **1.** Дайте визначення травної системи. **2.** Назвіть відділи травної системи. **3.** Обґрунтуйте, чим можна пояснити подібність і відмінність між системами органів травлення людини й ссавців. **4.** Обґрунтуйте фізіологічне значення травлення. **5.** Проаналізуйте й обґрунтуйте фізіологічну сутність травлення. **6.** Поясніть відмінності між порожнинним і клітинним травленням. **7.** Поясніть біологічне значення ферментів травлення.

8. Поясніть механізми обробки їжі в травних шляхах. **9.** Опишіть нервову та гуморальну регуляції травлення. **10.** Опишіть загальну будову травного шляху.

Домашнє завдання. 1. Пригадайте будову травної системи ссавців і порівняйте її з травною системою людини. **2.** Підготуйте реферат на тему «Методи дослідження діяльності шлунково-кишкового тракту».

§ 9 ТРАВЛЕННЯ В РОТОВІЙ ПОРОЖНИНІ ТА ШЛУНКУ

ОСНОВНІ ПОНЯТТЯ І ТЕРМІНИ: травлення в ротовій порожнині, жування, слинні залози, слина, слиновиділення, ферменти, муцин, лізоцим, ковтання, стравохід.

Переробка їжі в ротовій порожнині. У ротовій порожнині їжа насамперед подрібнюється зубами та змочується слиною, відбувається аналіз її смакових якостей (смачна, несмачна, солодка, гірка, солона тощо), первинне ферментативне розкладання вуглеводів, формування харчової грудки, знезаражування бактерицидними речовинами слини. Крім того, їжа, що потрапила до ротової порожнини, подразнює рецептори, які збуджують не тільки слинні залози, а й залози шлунка, тонкого кишечнику й підшлункову залозу. Середня тривалість перебування їжі в порожнині рота незначна — 15–30 с. За цей час для пережовування шматочка сухої їжі людина робить 30–32 жувальних рухи.

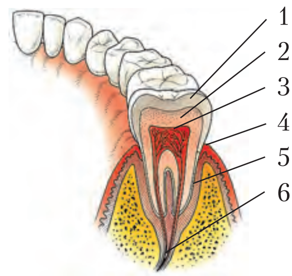


Рис. 16. Будова зуба: 1 — емаль; 2 — дентин; 3 — пульпа; 4 — ясна; 5 — цемент; 6 — нерв

Процес жування. Зуби складаються з твердої кісткоподібної речовини *(рис. 16)*. Вони розміщені в комірках щелеп і сполучені з ними зв'язками, що є своєрідним амортизатором під час жування. Різці мають ріжучий край для відкушування їжі, ікла розривають їжу, малі та великі кутні зуби подрібнюють і перемелюють її. Завдяки подрібненню їжі збільшується поверхня дії травних ферментів — полегшується травлення.

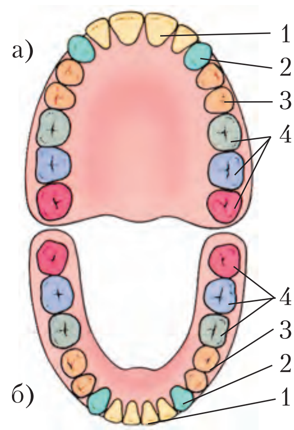


Рис. 17. Типи зубів людини: Зуби верхньої щелепи (а) і нижньої щелепи (б): 1 — різці; 2 — ікла; 3 — малі кутні; 4 — великі кутні

У дорослої людини є 32 зуби *(рис. 17)*. У новонароджених немає зубів. Приблизно після шести місяців у дитини з'являються *молочні* зуби, які поступово випадають і до 10–12 років замінюються на постійні. Останні дві пари — *зуби мудрості* — у людини виростають зазвичай у 20–22 роки.

Пошкодження зубів і запобігання цьому. Пошкодження зубів виникають: за нестачі в організмі



Рис. 18. Ураження зубів карієсом:
1 — ураження емалі;
2 — ураження дентину;
3 — поширення карієсу до м'якуша зуба

кальцію й фтору; при поганому догляді за ними; унаслідок дії хімічних і механічних факторів, що руйнують емаль. Процес руйнування зуба називають *карієсом* (з латин. *гниття*) *(рис. 18)*. Для запобігання карієсу регулярно, двічі на день, чистіть зуби пастою. Двічі на рік перевіряйте стан зубів у стоматолога.

Слиновиділення. На початковому етапі травлення важливу роль відіграє *слина*. Її виробляють три великі парні *слинні залози*: привушні, підщелепні та під'язикові, а також велика кількість дрібних слинних залоз, що містяться на поверхні язика, у слизовій оболонці піднебіння, ясен і щік.

За добу слинні залози виробляють 0,5–2 л слини. Вона містить 99,4–99,5 % води, решта — сухий залишок, що складається з органічних і неорганічних речовин. *Муцин* (з латин. *слиз*) надає слині в'язкості. Фермент слини *амілаза* розщеплює полісахариди (крохмаль) на дисахариди та частково на глюкозу. *Лізоцим* слини — речовина, що має бактерицидні властивості.

Регуляція слиновиділення. Безумовно-рефлекторне виділення слини починається з подразнення рецепторів порожнини рота. Нервові імпульси від рецепторів чутливими нервовими волокнами передаються до довгастого мозку, де розміщений слиновидільний центр. Від нього по відцентрових нервових волокнах нервові імпульси надходять до слинних залоз і стимулюють виділення слини.



Іван Павлов

Умовно-рефлекторне слиновиділення відбувається за участі кори великих півкуль головного мозку. Достатньо побачити або згадати про їжу (наприклад, лимон), і виділення слини відбудеться обов'язково.

Рефлекторний характер слиновиділення вперше досліджував російський фізіолог ***Іван Павлов*** (1849–1936), використовуючи фістульну методику *(рис. 19)*.

Ковтання та просування їжі стравоходом. ***Ковтання*** — це складнорефлекторні (тобто одночасно безумовні й умовні рефлекси) скорочення м'язів язика, глотки та гортані, спрямовані на опускання надгортанника, який закриває шлях харчовій грудці в дихальні шляхи. Водночас м'яке піднебіння піднімається й закриває їй шлях до носоглотки.

Проковтнута харчова грудка через стравохід за допомогою рефлекторного скорочення його кільцевих м'язів потрапляє до шлунка.

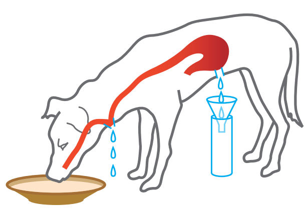


Рис. 19. Фістульна методика для дослідження рефлекторного виділення шлункового соку *(дослід І. Павлова)*

Травлення в шлунку. ***Шлунок*** — це порожнистий мішкоподібний орган *(рис. 20)*. Він є резервуаром їжі й уміщує в нормі 1,5–2 л. У людей, які постійно переїдають, об'єм шлунка може збільшитися до 10 л. У шлунку їжа змішується з шлунковим соком, що виділяється залозами слизової оболонки. Шлунковий сік, окрім ферментів, містить соляну кислоту, яка вбиває більшість бактерій, що потрапляють з їжею. За добу шлункові залози продукують до 3 л шлункового соку.

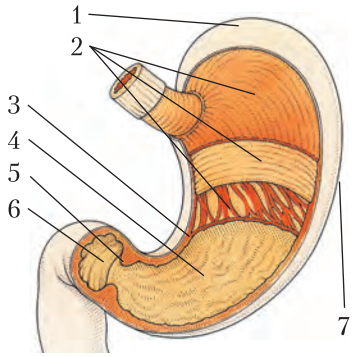


Рис. 20. Будова шлунка:
1 — купол шлунка; 2 — шари м'язової оболонки; 3 — серозна оболонка; 4 — слизова оболонка; 5 — сфінктер; 6 — воротар; 7 — тіло шлунка

Фермент шлункового соку *пепсин* розщеплює білки тваринного та рослинного походження. Секреторні клітини продукують його в неактивній формі. Активує його соляна кислота.

Регуляція шлункової секреції. Виділення шлункового соку регулюється нервовими й гуморальними механізмами. Шлунковий сік, як і слина, виділяється рефлекторно. Умовно-рефлекторне виділення соку розпочинається ще до вживання їжі, тобто на її вигляд, запах чи при згадуванні про неї. Сік, що виділяється при цьому, називається *апетитним*. Безумовно-рефлекторне виділення соку пов'язане з подразненням рецепторів ротової порожнини й самого шлунка. Центр безумовно-рефлекторного соковиділення міститься в довгастому мозку. Рефлекторний механізм виділення шлункового соку *(рис. 21)* довів І. Павлов.

Гуморальна регуляція виділення шлункового соку здійснюється біологічно активними речовинами, що виділяються залозами шлунка під час травлення. Вони всмоктуються в кров і стимулюють роботу шлункових залоз. Речовини, які стимулюють соковиділення, містяться також у відварах м'яса, риби, овочів.

Моторна (або **скоротлива) активність шлунка** дуже складна. Як тільки до нього потрапляє харчова грудка, м'язи шлунка скорочуються, ніби намагаючись охопити її. Потім відбуваються коливальні рухи, які допомагають подальшому подрібненню їжі, перемішуванню її зі шлунковим соком до консистенції рідкого супу. Після того розпочинаються хвилеподібні рухи шлунка, або ***перистальтика*** (з грецьк. *той, що охоплює, стискає*), спрямовані до кишечника. Під їх впливом відкривається м'язовий вихід із

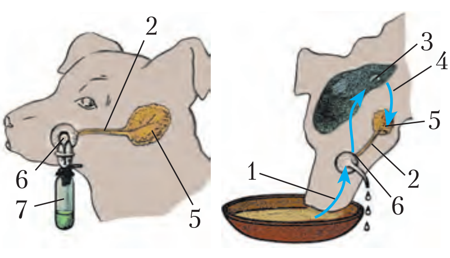


Рис. 21. Фістула на слинній залозі собаки й шляхи безумовного рефлексу слиновиділення:
1 — доцентровий чутливий шлях слинного рефлексу; 2 — протока слинної залози; 3 — центр слиновиділення довгастого мозку; 4 — відцентровий шлях слинного рефлексу; 5 — слинна залоза; 6 — фістула; 7 — пробірка для збирання слини

шлунка, що називається *воротарем*, і їжа рухається у дванадцятипалу кишку (перший відділ тонкого кишечнику). Час перебування їжі в шлунку — 5–6 год. У ньому всмоктуються в кров тільки вода, мінеральні речовини, алкоголь і деякі ліки.

Думаємо, розуміємо, відповідаємо. **1.** Як відбувається травлення в ротовій порожнині? **2.** Поясніть фізіологічні механізми жування. Обґрунтуйте взаємозв'язок стану зубів із процесом травлення. **3.** Визначте рефлекторний характер слиновиділення. **4.** Доведіть, що травлення розпочинається в ротовій порожнині. **5.** Поясніть, чому під час уживання їжі не можна розмовляти. **6.** Визначте взаємозв'язок будови та функцій шлунка. **7.** Поясніть механізм нервової та гуморальної регуляції травлення в шлунку. **8.** Поясніть, як здійснюється рухова функція шлунка. **9.** Чим проявляється безумовно й умовно-рефлекторна регуляція функціями шлунка? **10.** Як куріння й алкоголь шкодять шлунку?

Запитання для допитливих. **1.** Чому при згадуванні про лимон у людини виділяється слина? А чи трапиться таке в людей, які ніколи не їли лимонів? **2.** Чому в роті стає солодко, якщо протягом 3–5 хв жувати чорний хліб? **3.** Чи просуватиметься їжа стравоходом до шлунка, якщо людина в цей час стоїть на голові? **4.** Чому рана в роті (наприклад, після видалення зуба) загоюється набагато швидше, аніж рана на поверхні тіла?

Домашнє завдання. **1.** Розкрийте взаємозв'язок нервової та гуморальної регуляції роботи шлунка. **2.** Складіть пам'ятку запобігання хворобам шлунка.

Це треба знати. У людей, які курять, отруйні речовини тютюнового диму знижують шлункову секрецію, призводять до запальних хвороб шлунка, виникнення печії, болю. Уживання спиртних напоїв може викликати подразнення шлунка та запалення його слизової оболонки. Це сприяє розвиткові гастриту, виразки, раку шлунка й інших хвороб.

Лабораторне дослідження

ТЕМА. Дослідження зовнішньої будови зубів *(за муляжами, моделями)*

МЕТА: вивчити та замалювати будову різних видів зубів, дослідити зовнішню будову зубів і з'ясувати, у чому полягає взаємозв'язок будови та форми зубів з їх функціями.

ОБЛАДНАННЯ ТА МАТЕРІАЛИ: фантомні моделі зубів, навчальні таблиці, олівці для малювання.

ХІД РОБОТИ

1. Розгляньте на фантомних моделях і навчальних таблицях зовнішню будову та форму зубів.

2. Замалюйте в зошиті зовнішню будову зубів і позначте цифрами такі частини зуба: коронка, шийка, корінь, емаль, дентин, пульпа, ясна.

ВИСНОВОК

Порівнявши ікла, різці та кутні зуби, укажіть, у чому полягає взаємозв'язок будови та форми зубів з їх функціями. Який вид зубів у людини найбільш розвинений і з чим це пов'язано?

Дослідницький практикум № 2

ТЕМА. Дія ферментів слини на крохмаль

МЕТА: навчитися досліджувати умови та вплив ферментів слини на крохмаль.

ОБЛАДНАННЯ ТА МАТЕРІАЛИ: рідкий крохмальний клейстер, штатив із пробірками, тримачі пробірок, пробірки, 2-процентний розчин йоду, піпетка, водяна баня, водяний термометр, спиртівка, сухий спирт, скляна лійка.

ХІД РОБОТИ

1. Сполосніть водою рот, сплюньте слину разом із водою в пробірку з лійкою.

2. Пронумеруйте 4 пробірки.

3. У пробірку № 1 налийте 5 мл крохмального клейстеру.

4. У пробірку № 2 налийте 5 мл крохмального клейстеру та додайте 1 мл слини.

5. У пробірку № 3 налийте 5 мл крохмального клейстеру та додайте 1 мл слини.

6. У пробірку № 4 налийте 5 мл крохмального клейстеру та додайте 1 мл прокип'яченої й охолодженої до кімнатної температури слини.

7. Пробірки № 1, 2, 4 поставте на водяну баню з температурою води 38–40° С. Пробірку № 3 поставте в склянку з льодом.

8. Через 15–20 хв вийміть пробірки з водяної бані та зі склянки з льодом.

9. Вміст кожної пробірки дослідіть за допомогою йодної проби на наявність крохмалю. Для цього в кожну пробірку додайте 1–2 краплі розчину йоду. Якщо в розчині є крохмаль, то вміст пробірки набуде синього кольору.

10. Запишіть результати досліду в зошит у вигляді таблиці й поясніть умови дії ферменту слини на крохмаль.

ВИСНОВОК

Обґрунтуйте, що свідчить про дію ферментів на крохмаль.

§ 10 ТРАВЛЕННЯ В КИШЕЧНИКУ. ФУНКЦІЇ ПЕЧІНКИ

ОСНОВНІ ПОНЯТТЯ І ТЕРМІНИ: дванадцятипала кишка, тонкий і товстий кишечник, підшлункова залоза, печінка, жовч, перистальтика, всмоктування, ворсинки, мікроворсинки, апендикс, апендицит.

Загальна будова та функції кишечнику *(рис. 14)*. Кишечник — найдовша частина травного шляху людини. Розрізняють: ***тонкий кишечник*** завдовжки 4–6,5 м, у якому відбувається перетравлювання та всмоктування поживних речовин, і ***товстий*** — завдовжки 1,1–2,1 м.

Функція товстого кишечнику — всмоктування води, формування калових мас, які надходять у пряму кишку.

Тонкий кишечник на виході зі шлунка розпочинається короткою ***дванадцятипалою кишкою*** завдовжки 18–22 см. До неї впадають протоки ***печінки*** й ***підшлункової залози*** *(рис. 22)*. Ферменти соку підшлункової залози розщеплюють білки *(трипсин)*, жири *(ліпаза)* і вуглеводи *(амілаза, лактаза)*. Вони активні лише в лужному середовищі й активізуються жовчю.

Жовч виробляється найбільшою залозою нашого тіла — печінкою. До складу жовчі входить вода, жовчні кислоти й пігмент білірубін. Вона накопичується в жовчному міхурі й виділяється під час надходження харчової маси до дванадцятипалої кишки. Основна функція жовчі — емульгація жирів їжі. Тільки у вигляді дрібненьких краплинок у водному розчині (емульсія) жири можуть перетравлюватися ліпазою. Жовч посилює рухову активність кишок

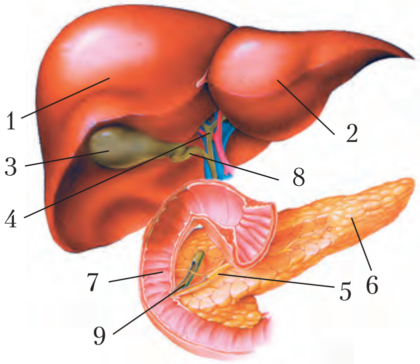


Рис. 22. Печінка, дванадцятипала кишка та підшлункова залоза:
1 — права доля (частка) печінки; 2 — ліва доля (частка) печінки; 3 — жовчний міхур; 4 — загальна печінкова протока; 5 — протока підшлункової залози; 6 — підшлункова залоза; 7 — дванадцятипала кишка; 8 — протока жовчного міхура; 9 — загальна жовчна протока

і виконує знезаражувальну функцію. Регуляція продукції соку підшлункової залози та жовчі забезпечується рефлекторним (нервовим) і гуморальним механізмами. Переважають безумовні рефлекси.

Дванадцятипала кишка переходить у *порожнисту*, а далі в *клубову кишку*. Майже по всій довжині діаметр тонкого кишечнику становить 3–5 см. Його стінки, як й інші відділи травного шляху, складаються з чотирьох шарів. *Слизова оболонка* тонкого кишечнику завдяки *підслизовому шару* зібрана в складки — *кишкові ворсинки*. Вони збільшують травну та всмоктувальну поверхні в багато разів *(рис. 23)*. Епітеліальні клітини вкриті *мікроворсинками*. На них розміщуються в певній послідовності травні ферменти, що забезпечує *пристінкове травлення*. Завдяки ворсинкам і мікроворсинкам всмоктувальна поверхня тонкої кишки досягає 450–550 м^2, що в 300–380 разів перевищує площу поверхні тіла людини. У слизовій оболонці тонкого кишечнику є багато дрібних залоз, які продукують *кишковий сік*. Під його впливом завершується розщеплення білків на амінокислоти, жирів — на гліцерол і жирні кислоти, складних вуглеводів — на глюкозу.

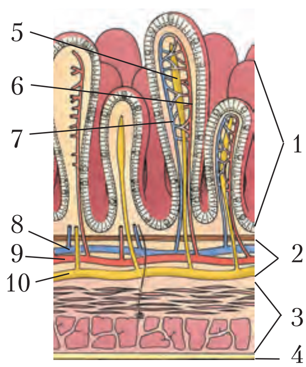


Рис. 23. Ворсинки тонкої кишки:
1 — зовнішня (слизова) оболонка; 2 — підслизовий шар; 3 — м'язова оболонка; 4 — серозна оболонка; 5 — лімфатичний капіляр; 6 — артеріальна частина капіляра; 7 — венозна частина капіляра; 8 — вена; 9 — артерія; 10 — лімфатична судина

М'язовий шар стінки кишечнику забезпечує перемішування харчової маси за рахунок *маятникоподібних скорочень* і її пересування внаслідок *перистальтичних скорочень*. Загальна тривалість просування харчової маси та перетравлення її в тонкому кишечнику — 6–7 год.

У тонкому кишечнику відбувається всмоктування поживних речовин ворсинками. У центрі кожної ворсинки проходить лімфатичний капіляр, а по обох його боках — дрібненькі артерії та вени, що розгалужуються на капіляри *(рис. 23)*. Гладенькі м'язи, що є в стінках ворсинок, під час травлення ритмічно скорочуються (5–6 разів за хвилину), видавлюючи з лімфатичного капіляра лімфу. При розслабленні м'язів у середині ворсинки виникає від'ємний щодо порожнини кишки тиск, який засмоктує у ворсинки воду, мінеральні солі, вітаміни та поживні речовини з порожнини кишечнику *(рис. 24)*.

Неперетравлені залишки їжі з тонкого кишечнику потрапляють у товстий завдяки перистальтиці.

Товстий кишечник має сліпу кишку з червоподібним відростком (апендиксом), ободову, сигмоподібну й пряму кишки *(рис. 14)*. В апендиксі розмножується кишкова паличка, що розщеплює рослинну клітковину, синтезуючи вітамін К і вітаміни групи В. У товстому кишечнику всмоктується вода та формуються калові маси, які надходять у пряму кишку.

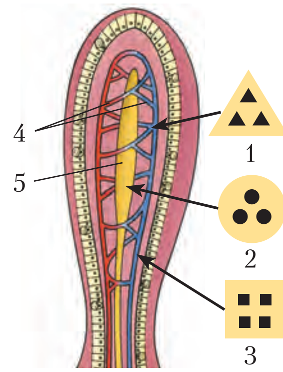


Рис. 24. Всмоктування ворсинками продуктів розщеплення поживних речовин:

1 — білки; 2 — жири; 3 — вуглеводи; 4 — кровоносні капіляри; 5 — лімфатичний капіляр

При запаленні апендикса виникає захворювання на ***апендицит***, що супроводжується болем унизу живота, підвищенням температури, нудотою та блюванням. При виникненні таких симптомів потрібно негайно викликати «швидку допомогу».

Значення печінки. *Печінка* — один із найголовніших органів підтримання сталості внутрішнього середовища — гомеостазу. Вона виробляє жовч; регулює обмін жирів, вуглеводів, білків, вітамінів і мікроелементів в організмі; бере участь у кровотворенні та процесах згортання крові; є одним з основних джерел тепла в організмі. У ній відкладаються запасні поживні речовини, зокрема глікоген. Серед усіх цих функцій особливе значення має її *бар'єрна* (захисна) функція, яка полягає в знешкодженні різних отруйних речовин.

Уся кров, що відтікає від кишечнику, проходить через воротну систему печінки. Шкідливі речовини й отрути, що потрапили до організму, затримуються печінкою, знешкоджуються й разом із жовчю виводяться з організму. При постійній дії різних отрут (наприклад, алкоголю й наркотиків) відбувається загибель клітин печінки (гепатоцитів). Вони замінюються в печінці на сполучну тканину, що веде до розвитку невиліковного захворювання — ***цирозу*** (з грецьк. *жовтий*) ***печінки***.

Думаємо, розуміємо, відповідаємо. **1.** З яких відділів складається кишечник? **2.** Визначте взаємозв'язок будови та функцій тонкого кишечнику. **3.** Поясніть механізм травлення у дванадцятипалій кишці. **4.** Поясніть біологічне значення жовчі в процесах травлення. **5.** Які травні залози беруть участь у процесах травлення в кишечнику? **6.** Визначте взаємозв'язок між будовою та функцією ворсинок тонкого кишечнику. **7.** Поясніть механізм всмоктування продуктів розщеплення білків, жирів і вуглеводів у ворсинках тонкого кишечнику. **8.** Визначте взаємозв'язок між будовою та функціями товстого кишечнику. **9.** Назвіть функції печінки, не пов'язані з процесом травлення. **10.** Поясніть причини та механізми виникнення цирозу печінки.

Самостійна робота з підручником. Складіть пам'ятку запобігання захворюванню на цироз печінки.

Запитання для допитливих. Чим пояснити, що в голодної тварини в крові з вени, яка відтікає від печінки, рівень глюкози вищий, аніж у судині, що несе кров до печінки?

Домашнє завдання. Підготуйте реферат про значення клітковини в харчуванні людини.

§ 11 ІНФЕКЦІЙНІ ЗАХВОРЮВАННЯ ОРГАНІВ ТРАВНОЇ СИСТЕМИ ТА ЇХ ПРОФІЛАКТИКА. ДОМЕДИЧНА ДОПОМОГА ПРИ ХАРЧОВИХ ОТРУЄННЯХ

ОСНОВНІ ПОНЯТТЯ І ТЕРМІНИ: дизентерія, холера, хвороба Боткіна, глистяна хвороба, харчові отруєння.

Інфекційні захворювання. Найчастіші й найнебезпечніші гострі інфекційні захворювання травних шляхів — це дизентерія, хвороба Боткіна (інфекційна жовтяниця) і холера. Причиною їх виникнення є порушення правил гігієни — немиті руки, фрукти, овочі; недотримання правил кулінарної обробки їжі; купання та пиття води із забруднених водойм, особливо закритих (озера, ставки); порушення правил зберігання харчових продуктів, зокрема м'ясних і молочних; контакт із хворими на ці недуги. Переносниками багатьох інфекційних хвороб травних шляхів є мухи. Згадані інфекції найчастіше поширюються у вигляді *епідемій*.

Дизентерія — це гостре інфекційне захворювання товстого кишечнику, яке спричиняє дизентерійна паличка. Протягом двох–семи днів після зараження в людини з'являються гострі ознаки захворювання: надзвичайна кволість, млявість, озноб, підвищення температури тіла, болісні спазми в животі. Частота випорожнень збільшується до 10—25 разів за добу. Кал рідкий, із великим вмістом слизу й домішками крові.

Холера — це особливо небезпечна гостра інфекція органів травлення, що швидко призводить до смерті хворого й набуває характеру поширеної епідемії. Її збудником є мікроорганізм — холерна паличка, яка добре почувається у водному середовищі, наприклад у різних водоймах.

Хвороба Боткіна (***інфекційний***, або ***вірусний, гепатит*** — з грецьк. *печінка*) — це гостра інфекційна хвороба, за якої переважно вражається печінка, виникає її тяжке запалення. Спричиняє цю хворобу вірус. Людина заражається через забруднені випорожненнями харчові продукти, воду, домашні речі, брудні руки. Мухи теж є переносниками вірусу гепатиту. Зараження може статися при купанні в закритих непроточних водоймах, коли людина через необережність ковтне воду. Захворювання починається через 40 днів із моменту потрапляння збудника до організму й проявляється болем у горлі, кволістю, нудотою, блюванням, підвищенням температури тіла. Сеча темнішає, а кал знебарвлюється, через декілька днів з'являються ознаки жовтяниці.

Ця хвороба дуже небезпечна, бо призводить до загибелі печінкових клітин і порушення всіх функцій печінки. Інфекційне походження цього захворювання вперше довів російський учений-терапевт ***Сергій Боткін*** (1832–1889).

Це треба пам'ятати! Хворобу Боткіна необхідно лікувати тільки в інфекційному відділенні лікарні. Люди, які перенесли її, усе життя повинні дотримуватися дієти — не їсти смаженого, жирного, гострого, консервованого, аби запобігти цирозу печінки. Кров людини, яка перехворіла на хворобу Боткіна, не можна переливати іншим людям, оскільки вірус залишається в організмі назавжди.

Глистяні захворювання. Людина, яка страждає на ***глистяну хворобу***, утрачає апетит, швидко худне, стає кволою, дратівливою, у неї часто трапляються запаморочення, порушується сон, виникає нудота, блювання, запори або проноси, головний біль.



Сергій Боткін

Профілактика глистяної хвороби проста: мийте руки перед їдою та після відвідування туалету; мийте великою кількістю води овочі, ягоди та фрукти, особливо коли ви їх уживаєте сирими; не допускайте контакту харчових продуктів із мухами, які переносять яйця глистів.

Харчові отруєння — це тяжкі захворювання травної системи й усього організму. Вони виникають за таких причин: уживання несвіжих харчових продуктів, до яких потрапили хвороботворні мікроорганізми; отруйних рослин і грибів; отруєння препаратами побутової хімії.

При перших ознаках отруєння необхідно викликати «швидку допомогу», а до приїзду лікаря спробувати промити шлунок.

Думаємо, розуміємо, відповідаємо. **1.** Визначте причини та прояви глистяної хвороби. Складіть правила профілактики глистяної хвороби. **2.** Перелічіть найпоширеніші інфекційні захворювання органів травної системи. **3.** Назвіть збудників інфекційних хвороб шлунково-кишкового тракту. **4.** Назвіть причини харчових отруєнь. **5.** Складіть пам'ятку запобігання отруєнням грибами й рослинами.

Самостійна робота з підручником. **1.** Складіть схему зараження людського організму глистами. **2.** Складіть таблицю найнебезпечніших гострих інфекційних захворювань органів травлення, збудників, що їх викликають, запишіть прояви та заходи запобігання їм. **3.** Запишіть у зошит назви отруйних грибів і рослин.

Домашнє завдання. **1.** Складіть пам'ятку правильного зберігання харчових продуктів. **2.** Складіть пам'ятку дій під час харчових отруєнь.

§ 12 ХАРЧУВАННЯ І ЗДОРОВ'Я

ОСНОВНІ ПОНЯТТЯ І ТЕРМІНИ: харчування, енергетична цінність, енерговитрати, енергетичний баланс, засвоєння їжі, режим харчування, добовий харчовий раціон, дієтичне харчування.

Харчування — це процес надходження у вигляді харчових продуктів і засвоєння організмом поживних речовин: білків, жирів, вуглеводів, біологічно активних речовин (вітамінів, мінеральних солей) і води, необхідних для підтримання життя, здоров'я та працездатності.

Раціональне харчування забезпечує нормальний розвиток плоду, ріст дитини, відновлення клітин дорослої людини, опірність до різних хвороб, запо-

бігає передчасному старінню. За багатьох хвороб травної, серцево-судинної систем, нирок дієтичне харчування є одним із методів лікування. Про значення раціонального харчування для здоров'я людини писав ще в XI ст. видатний лікар Сходу ***Ібн-Сіна (Авіценна)***. Кількість і якість продуктів харчування мають відповідати потребам людини, а саме: віку, статі, професії, рівню фізичного або розумового навантаження *(див. додаток на с. 272)*.

Властивості харчових продуктів і потреба в них. Поживні речовини виконують у людському організмі подвійну функцію: пластичну й енергетичну. ***Пластична*** (з грецьк. *утворений, виліплений*) ***функція*** полягає у відбудові й оновленні клітин і тканин. Основну роль у цьому відіграють білки. ***Енергетична функція*** реалізується переважно за рахунок вуглеводів і жирів.

Кількість енергії, що виділяється при засвоєнні того чи іншого харчового продукту, становить його *енергетичну цінність (див. табл. 1)*. Її вимірюють у калоріях або джоулях. Кількість енергії, яка надходить до організму з поживними речовинами, має бути збалансована з його *енерговитратами*, тобто має зберігатися *енергетичний баланс*. Це запобігає виникненню ожиріння або дистрофії.

Потреба в різних компонентах поживних речовин залежить від віку людини (наприклад, дітям, які ростуть, на одиницю маси тіла треба більше поживних речовин, а людям похилого віку — менше); від статі (чоловікам на одиницю маси тіла треба більше енергії, аніж жінкам); характеру трудової діяльності — що інтенсивніша фізична праця, то більше треба калорій для покриття енерговитрат *(див. табл. 1)*.

Таблиця 1

Поживні речовини та їх значення для організму людини
Білки (енергетична цінність 1 г — 17,2 кДж) Білки необхідні для росту, відновлення клітин і тканин організму. Вони містяться в м'ясі, рибі, молочних продуктах, яйцях, бобових, крупах, горіхах.
Жири (енергетична цінність 1 г — 39 кДж) У жирах сконцентровані запаси енергії. Вони містяться в продуктах тваринного походження, молочних продуктах (вершкове масло, тверді сири). Корисніші жири містяться в рослинних оліях, м'ясі домашньої птиці, рибі, маргарині.
Вуглеводи (енергетична цінність 1 г — 17,2 кДж) Вуглеводи — головне джерело енергії. Вони містяться в злаках, крупах. Багато їх у кондитерських виробах, картоплі.
Клітковина (енергетична цінність 1 г — 11,9 кДж) Клітковина — вуглеводи, що мають багато волокон і майже не засвоюються в травному шляху, але сприяють нормальній моториці кишечнику.

Ми вже знаємо, що в організмі є регуляторні механізми, які сприяють максимальному засвоєнню поживних речовин. Однак вони мають певні межі:

наприклад, у дитячому та похилому віці, у людей із захворюваннями травної та ендокринної систем. Тому існують фізіологічні норми потреб тих чи інших поживних речовин. При цьому важливою є не тільки їх достатня кількість, а й правильне співвідношення між ними. Харчування, у якому переважають певні поживні речовини, називають *однобічним*. Однобічне харчування часто є причиною виникнення різних хвороб. Наприклад, переважання білкової їжі призводить до подагри; зловживання вуглеводною їжею — до карієсу, ожиріння, цукрового діабету. Надмір жирів у харчовому раціоні зумовлює ожиріння, атеросклероз, гіпертонічну хворобу.

Засвоєння їжі здоровою людиною залежить від виду продукту та різноманітності харчування. Найкраще засвоюються продукти тваринного походження, особливо в поєднанні з рослинною їжею. Так, при споживанні м’яса, хліба та круп у середньому засвоюється 75 % їхніх білків; але якщо до них додати овочі та фрукти, то засвоюваність білків становитеме 85–90 %. Значно підвищує засвоюваність їжі правильна термічна й механічна (подрібнення) обробка продуктів.

Режим харчування охоплює такі поняття: кількість прийомів їжі; інтервали між ними; розподіл калорійності між окремими прийомами їжі.

Найраціональнішим є чотириразове харчування (коли створюється рівномірне навантаження на травну систему) в один і той самий час (виробляється рефлекс на активне виділення шлункового соку та жовчі). Є два варіанти чотириразового харчування. Перший варіант передбачає сніданок, другий сніданок, обід і вечерю, а другий варіант — сніданок, обід, підвечірок і вечерю.

Це треба пам’ятати! Перерви між уживанням їжі не мають перевищувати чотирьох годин. Більші перерви знижують секрецію травних соків, що призводить до хронічних запалень травних шляхів, застою жовчі в жовчних шляхах.

Відповідно до фізіологічних потреб організму доцільний такий розподіл за калорійністю добового харчового раціону: на перший сніданок — 25–30 %, на другий сніданок (або підвечірок) — 10–15 %, на обід — 40–45 % і на вечерю — 15–20 %.

Продукти, багаті на білки (м’ясо, риба, сир, бобові), рекомендують уживати в період активної діяльності, зазвичай уранці та вдень, оскільки вони прискорюють обмінні процеси й діяльність нервової системи.

Перед сном небажано вживати продукти, що збуджують нервову систему: гострі приправи, каву, шоколад, какао. Вечеря має бути легкою, не пізніше 1–2 год до сну. При цьому треба віддавати перевагу молочним (особливо кисломолочним), фруктово-овочевим стравам: вони не потребують значного напруження травної системи й не порушуватимуть сон. Однаково шкідливими є і переїдання, і голодування перед сном, бо вони роблять його тривожним, неспокійним, аж до виникнення безсоння.

Уживання їжі потрібно розпочинати із закусок, наприклад салатів. Добре збуджують травну секрецію супи та борщі. Не варто починати з жирної їжі, оскільки жири гальмують травну секрецію.

Це треба пам'ятати! Хоча б один раз на день треба їсти рідку гарячу страву (суп, борщ). Сухоїдіння — дуже шкідливе.

Чи можна пити воду або сік під час уживання їжі? Можна, якщо людина відчуває спрагу, оскільки зневоднення організму знижує шлункову та кишкову секреції.

Важливе значення має температурний режим їжі. Перші страви повинні мати температуру не нижче 55–65 °С, другі — не нижче 50–60 °С, холодні страви — не нижче 15 °С.

Їсти треба не поспішаючи, добре пережовуючи їжу. Важливе значення має відповідне сервірування стола, добрий настрій, відсутність шуму. Треба уникати будь-якої сторонньої діяльності (читання, серйозних розмов, перегляду телевізійних передач тощо), яка гальмує функціонування травних залоз і знижує апетит.

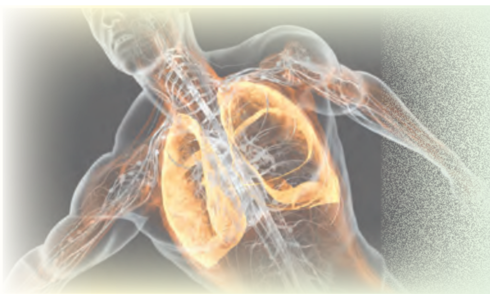
Поняття про дієтичне харчування. ***Дієта*** — це раціон і режим харчування хворої людини, інакше кажучи — лікування за спеціально підібраною системою. Основним принципом усіх дієт є їх відповідність фізіологічним і хворобливим процесам людини. Дієту розробляє та призначає хворому лікар-дієтолог.

Думаємо, розуміємо, відповідаємо. **1.** Дайте визначення поняття «харчування». **2.** Що треба враховувати при визначенні кількості продуктів харчування, необхідних людині? **3.** Обґрунтуйте раціональність чотириразового харчування. **4.** Поясніть, чому продукти, багаті на білок, доцільніше вживати в період активної діяльності. **5.** Обґрунтуйте шкідливість голодування та переїдання перед сном. **6.** У чому полягає пластична функція харчових продуктів? **7.** Які речовини є основними в реалізації енергетичної функції харчових продуктів? **8.** Визначте основний принцип дієт.

Самостійна робота з підручником. Розгляньте *таблицю 1 на с. 42* та обґрунтуйте значення білків, жирів, вуглеводів і клітковини для організму людини.

Домашнє завдання. Складіть кілька варіантів раціонального харчового раціону для членів своєї родини, ураховуючи їхній вік і вид праці.

Це треба знати. Їсти потрібно чотири рази на день в один і той самий час; перерва між прийомами їжі має бути не більше чотирьох годин. Переїдання чи голодування перед сном можуть спричинити безсоння або тривожний сон.



ТЕМА 3
ДИХАННЯ

§ 13 ЕТАПИ ДИХАННЯ ТА ГАЗООБМІНУ

ОСНОВНІ ПОНЯТТЯ І ТЕРМІНИ: дихання, газообмін, етапи дихання, оксигемоглобін, карбгемоглобін, клітинне дихання.

Поняття про дихання та газообмін. Кажуть: потрібний, як повітря, маючи на увазі щось необхідне, без чого не можна прожити. Дійсно, людина без їжі витримує 40 діб, без води — до 5 днів, а без повітря — лише 5 хв. Дихання людини є обов'язковою умовою її життя.

Дихання — це сукупність процесів, які забезпечують надходження в організм кисню, використання його в окиснювальних процесах і видалення з організму вуглекислого газу. Раніше це поняття означало зовнішнє дихання, тобто процес вдиху та видиху повітря. Тепер воно охоплює обмін газів між довкіллям і клітиною, тобто газообмін, а також складні окиснювальні реакції в клітині з вивільненням енергії АТФ, виробленням вуглекислого газу й води.

Значення дихання для організму. Організм людини одержує енергію в результаті окиснення вуглеводів, жирів і білків. Цьому сприяє постачання його киснем із довкілля, оскільки власних запасів кисню організм не має. Аби відбувався процес окиснення та вивільнилася енергія, кожна клітина організму має постійно отримувати певну кількість кисню, що й забезпечується процесами дихання та газообміну.

Основні етапи дихання та газообміну *(рис. 25)*. *Перший етап* — зовнішнє дихання — це обмін повітрям між атмосферою та легеневими пухирцями *(легенева вентиляція)*. До цього процесу належать дихальні рухи — вдих і видих, спрямовані на надходження повітря в

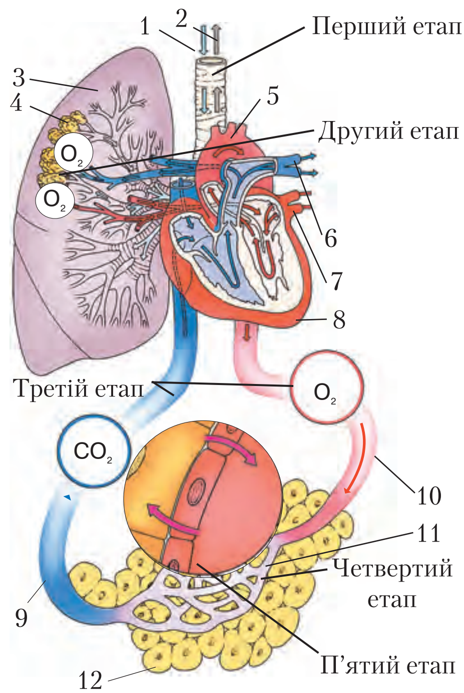


Рис. 25. Етапи газообміну:

1 — кисень; 2 — вуглекислий газ; 3 — легеня; 4 — альвеоли; 5 — аорта; 6 — легеневі артерії; 7 — легеневі вени; 8 — серце; 9 — вена; 10 — артерія; 11 — капіляри; 12 — клітини тіла

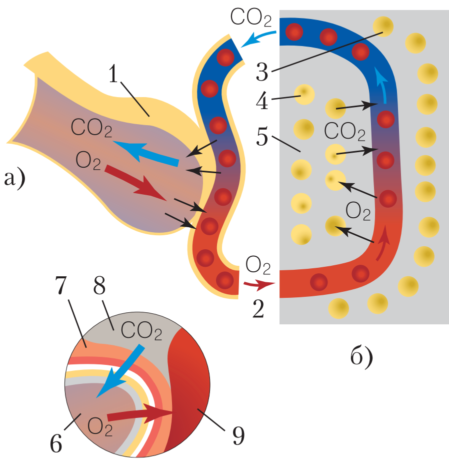


Рис. 26. Газообмін у легенях і тканинах:
а) газообмін у легенях; б) газообмін у тканинах: 1 — легеневий міхурець; 2 — артеріальна кров; 3 — венозна кров; 4 — клітини; 5 — міжклітинна рідина; 6 — порожнина альвеоли; 7 — стінка капіляра; 8 — плазма; 9 — еритроцит

дихальні шляхи, а з них — до легенів і в зворотному напрямку *(рис. 26)*.

Другий етап — перехід (шляхом дифузії) кисню з легенів у кров і вуглекислого газу — у зворотному напрямку.

Третій етап — транспортування газів кров'ю. Він полягає в рознесенні кисню до клітин усього організму та перенесенні вуглекислого газу, що утворюється в клітинах, до легенів.

Четвертий етап — газообмін між кров'ю й клітинами. Кров віддає клітинам кисень унаслідок його дифузії з капілярів до міжклітинної рідини, а звідти — до клітин. Кисень дифундує крізь тоненьку стінку капіляра, бо в міжклітинній рідині його концентрація менша. З міжклітинної рідини до клітини кисень потрапляє так само, бо в клітинах його концентрація ще нижча. Венозна кров забирає вуглекислий газ шляхом дифузії: клітина, у процесі життєдіяльності якої накопичилося багато CO_2, віддає його в міжклітинну рідину, де його менше, а звідти — капілярам.

І останній, *п'ятий етап* — клітинне дихання.

Транспортування газів кров'ю. Системи органів дихання та кровообігу об'єднуються в єдину функціональну систему для виконання спільної дії — забезпечення кожної клітини організму киснем.

Незначна кількість кисню розчинена в плазмі крові, а 90 % його переноситься за допомогою нестійкої форми гемоглобіну — ***оксигемоглобіну***.

За нормою в одному літрі артеріальної крові оксигемоглобін переносить 190 мл кисню, у венозній крові ця величина вже становить 120 мл. Різниця — 70 мл кисню на літр крові (артеріовенозна різниця) — є тією кількістю кисню, яку забирають клітини й тканини для своєї життєдіяльності. Під час значних фізичних напружень, коли клітини й тканини потребують набагато більше кисню, артеріовенозна різниця кисню може становити 100–120 мл/л.

Вуглекислий газ постійно утворюється в клітинах і дифундує в міжклітинну рідину, а потім у кров венозної частини капілярів. На відміну від кисню, більша частина вуглекислого газу (90 %) транспортується у венозній крові в розчиненому в плазмі стані у вигляді кислих солей вугільної кислоти. У плазмі транспортуються 4 % CO_2 і 6 % — у вигляді ***карбгемоглобіну***. Проходячи через легені, венозна кров віддає тільки 10 % CO_2, а решта 90 % залишається для підтримання її певної кислотності.

Клітинне дихання є надзвичайно складним біохімічним процесом, який полягає в окисненні вуглеводів, жирів і білків із виділенням енергії, що акумулюється в молекулах АТФ, й утворенням CO_2. Відбувається це в *мітохондріях* — «енергетичних станціях» клітини, де містяться ферменти окиснювальних процесів.

Процес клітинного дихання дуже вразливий і легко порушується. Ферменти клітинного дихання блокуються нікотином, продуктами життєдіяльності деяких мікроорганізмів. Алкоголь і наркотики, маючи високу здатність розчиняти жироподібні речовини клітинних мембран (серед них і мітохондрій) і руйнувати дихальні ферменти, грубо порушують процес внутрішньоклітинного дихання. Причинами його порушення може бути також авітаміноз, білкове та вуглеводне голодування, хронічні професійні отруєння, вплив радіації.

Думаємо, розуміємо, відповідаємо. **1.** Поясніть, чому дихання притаманне всім живим істотам. Дайте визначення процесу дихання. **2.** Поясніть біологічне значення кисню для організму людини. **3.** Розгляньте *рис. 25*. Перемалюйте його в зошит схематично. Упишіть у схему основні етапи газообміну. Цифрами позначте їх послідовність. **4.** Обґрунтуйте значення газообміну та клітинного дихання. Спробуйте з'ясувати, у чому полягають фізичні причини газообміну в легенях, тканинах і клітинах. **5.** Обґрунтуйте взаємозв'язок серцево-судинної системи та системи дихання як єдиної функціональної системи. Про що він свідчить? **6.** Поясніть роль гемоглобіну в перенесенні кисню. **7.** Як і з якою метою кисень потрапляє до тканин організму? **8.** З'ясуйте хімічні та фізичні механізми газообміну в тканинах і клітинах. **9.** У яких органелах клітин відбувається процес окиснення складних хімічних сполук?

Самостійна робота з підручником. Відомо, що під час видиху більша частина вуглекислого газу залишається в організмі. Знайдіть у параграфі пояснення цього біологічного явища. Обґрунтуйте його значення.

Домашнє завдання. Опишіть у формі таблиці основні етапи дихання.

§ 14 ЗАГАЛЬНА БУДОВА ТА ФУНКЦІЇ ОРГАНІВ ДИХАННЯ

ОСНОВНІ ПОНЯТТЯ І ТЕРМІНИ: органи дихання, дихальні шляхи, носова порожнина, глотка, мигдалики, гортань, голосові зв'язки, трахея та бронхи, легені, альвеоли.

Будова дихальної системи. ***Дихальна система*** (або ***органи дихання***) — це система органів, які беруть участь у транспортуванні повітря дихальними шляхами, у газообміні між організмом і навколишнім середовищем. Вона складається з дихальних, або повітряносних, шляхів (носова порожнина, глотка, гортань, трахея, бронхи) і легенів.

Дихальні шляхи *(рис. 27)*. ***Носова порожнина*** розділена кістково-хрящовою перегородкою на праву та ліву половини. У кожній із них є три звивисті

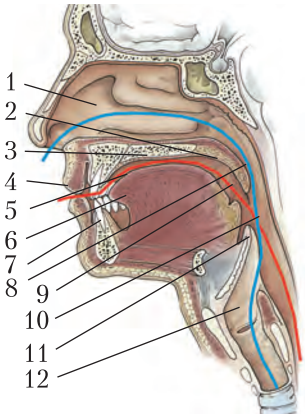


Рис. 27. Глотка та гортань

Схема дихального (синя лінія) і травного (червона лінія) шляхів та їх перехрестя в ділянці глотки: 1 — порожнина носа; 2 — м'яке піднебіння; 3 — тверде піднебіння; 4 — губи; 5 — порожнина рота; 6 — язик; 7 — зуби; 8 — носоглотка; 9 — ротоглотка; 10 — власне глотка, що переходить у гортань; 11 — надгортанник; 12 — порожнина гортані

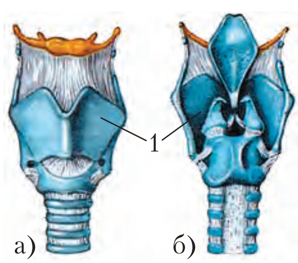


Рис. 28. Гортань:

а) вигляд спереду; б) вигляд ззаду: 1 — щитоподібний хрящ. Якщо його кут дуже випинається вперед, то утворюється так званий кадик (або адамове яблуко), найчастіше — у чоловіків

носові ходи: верхній, середній і нижній. До нижнього носового ходу відкривається носослізний канал. У слизовій оболонці верхнього носового ходу містяться рецептори нюхового аналізатора, які сприймають запахи.

Стінки порожнини носа вкриті слизовою оболонкою з миготливим епітелієм. Війки епітелію, рухаючись, затримують і виводять назовні пил і мікроорганізми, які осідають на слизовій оболонці, виконуючи захисну функцію.

Повітря, яке людина вдихає, у носовій порожнині зігрівається або охолоджується кров'ю, що тече по густій сітці кровоносних капілярів її слизової оболонки.

Слизова оболонка містить залози, які виділяють слиз, що зволожує повітря й стінки порожнини носа; затримує та знижує життєдіяльність хвороботворних бактерій, які потрапляють туди з повітрям. Слиз разом із частинками пилу, мікроорганізмами, що до нього прилипли, видаляється з носової порожнини.

Поряд із носовою порожниною розташовані чотири повітроносні придаткові пазухи носа. Найбільшими з них є гайморові пазухи, що містяться у верхніх щелепах по боках носової порожнини, і лобні. Придаткові носові пазухи з'єднуються каналами з порожниною носа. Нерідко спостерігаються запалення цих пазух, наприклад гайморової — ***гайморит***. Він проявляється безперервним нежитем (часто з гнійними виділеннями), головним болем, зниженням нюху, незначним підвищенням температури тіла, ознобом. Серед ускладнень гаймориту — ревматизм, хвороби серця, судин, бронхіальна астма тощо.

Глотка. Повітря до глотки надходить через ніс або рот. *Найкраще дихати через ніс!* З глотки починаються дві трубки: дихальна — трахея й травна — стравохід. Коли людина їсть у незручному положенні, одночасно розмовляє та сміється, їжа може потрапити в дихальні шляхи й спричинити сильний кашель чи навіть задушення.

У глотці розташовані *мигдалики*. Вони подібні до лімфатичних залоз, тому є захисним бар'єром усього організму, а не тільки дихальних шляхів. У нерівностях, отворах, щілинах мигдаликів можуть

накопичуватися рештки їжі та бактерії. При гострому запаленні мигдаликів виникає ***ангіна*** (з латин. *стискати, душити*), що проявляється болем і відчуттям стискання горла (особливо при ковтанні), утворенням гнійників на мигдаликах, підвищенням температури тіла (іноді до надто високих значень), загальним нездужанням. Ангіна дає тяжкі ускладнення (ревматизм, хвороби серця). Лікувати ангіну треба тільки під наглядом лікаря, виконуючи всі його призначення.

Гортань — це частина дихальної трубки, що передує трахеї *(рис. 27, 28)*. Вона утворена дев'ятьма рухливими хрящами, найбільшим з яких є щитоподібний, який легко зміщується при розмові, кашлі, співі, ковтанні.

У гортані розташовані дві *голосові зв'язки (рис. 29)* — еластичні, пружні волокна, укриті слизовою оболонкою. При їхньому розходженні між ними з'являється *голосова щілина*. Напруження й натягнення голосових зв'язок може змінюватися завдяки скороченню або розслабленню м'язів, що прикріплюються до них. Голосові зв'язки при проходженні через них повітря під час видиху можуть коливатися, утворюючи звуки різних частот (від 80 до 1300 Гц). Що більша частота коливань, то вищий тембр голосу. На висоту голосу впливає також і довжина голосових зв'язок: у жінок вони коротші, аніж у чоловіків. У чоловіків висота голосу в середньому становить 100–250 Гц, у жінок — 200–400 Гц.

Сила (голосність) голосу залежить від напору струменя видихуваного повітря. Куріння та вживання алкоголю негативно впливають на голосові зв'язки, руйнуючи їх. Голос стає хрипким і в чоловіків, і в жінок.

У період статевого дозрівання відбувається фізіологічна зміна голосу (особливо в хлопчиків), що триває 1,5–2 роки. Приблизно у 20 років голос у людини стає стабільним.

Це треба пам'ятати! Не куріть, не вживайте алкоголь, не кричіть без потреби, тепло замотуйте шию шарфом у холодну погоду, не дихайте на морозі ротом. Якщо виникли хворобливі зміни голосу або він зник, негайно звертайтеся до лікаря!

Трахея — орган завдовжки 10–12 см і діаметром майже 1,5–2 см. Її стінки мають хрящові півкільця, що не дають їй спадатися й допомагають вільно пропускати повітря. Водночас м'яка м'язова задня стінка не заважає проходженню їжі стравоходом, який ззаду прилягає до трахеї.

Трахея починається з гортані, проходить у грудну порожнину, де поділяється на два головні ***бронхи*** — правий і лівий, що йдуть до відповідних легень. Правий бронх має три гілочки, а лівий — дві. У кожній легені гілочки багаторазово розгалужуються, утворюючи *бронхіальне дерево*. Найтонші бронхи

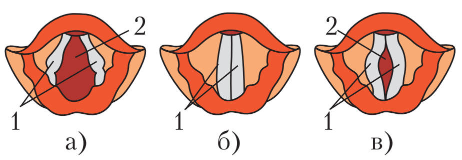


Рис. 29. Положення голосових зв'язок під час утворення звуків мови:

а) під час мовчання; б) під час мовлення; в) під час шепоту: 1 — голосові зв'язки; 2 — голосова щілина

називають *бронхіолами*. Вони закінчуються легеневими мішечками, стінки яких утворені легеневими пухирцями, або ***альвеолами*** (з латин. *комірка*) *(рис. 30, 31)*.

Бронхи мають хрящі у своїх стінках, тому ніколи не спадаються. Вони є не тільки повітропровідними трубками, а й виконують бар'єрну функцію. Секреторні клітини епітелію продукують слиз, у якому осідають частинки пилу й містяться макрофаги, що захоплюють і перетравлюють різні мікроорганізми.

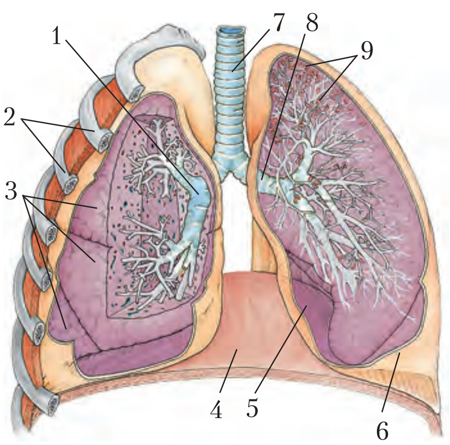


Рис. 30. Анатомічна будова легенів:

1 — правий головний бронх; 2 — ребра; 3 — частки легенів; 4 — діафрагма; 5 — серцева виїмка; 6 — плевра; 7 — трахея; 8 — лівий головний бронх; 9 — альвеоли

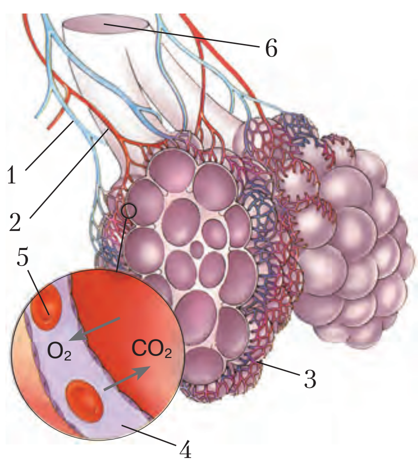


Рис. 31. Будова альвеол:

1 — кров, насичена вуглекислим газом; 2 — кров, насичена киснем; 3 — легеневі капіляри; 4 — капіляр; 5 — еритроцити; 6 — повітря

Анатомічна будова легенів. ***Легені*** — парний орган *(рис. 30)*. Вони розміщуються в грудній порожнині по обидва боки від серця, знизу прилягають до діафрагми, мають конусоподібну форму й складаються з часток, яких у правій легені три, а в лівій — дві.

Кожна легеня вкрита двома листками вологої сполучнотканинної оболонки — *плеврою*, що утворює герметичний мішок — *плевральну порожнину*. У ній немає повітря, а тиск від'ємний щодо атмосферного. Завдяки цьому венозна кров великого кола кровообігу повертається назад до правого передсердя, а легені можуть розширюватися при вдиху.

У нормі листки плеври вологі й під час дихання легко ковзають, не спричиняючи ніяких відчуттів. При виникненні запалення ці листки потовщуються, висихають, труться між собою, через що в грудній клітці при вдиху виникає сильний біль.

З внутрішнього боку кожної легені є *ворота*, через які до її середини входять головний бронх, легенева артерія та виходять легеневі вени. Ліва легеня має серцеву виїмку, до якої прилягає серце.

Основною структурно-функціональною одиницею легенів є альвеоли.

Кожна легеня має 300–350 млн альвеол, загальна площа яких (дихальна поверхня легенів) становить 90–100 м^2, що в 50 разів перевищує площу поверхні тіла. Альвеоли є тією частиною легенів, де відбувається газообмін між атмосфер-

ним повітрям і повітрям їхньої порожнини, тобто *легенева вентиляція*. Діаметр альвеол — 150–300 мкм, а товщина стінок — 0,4–1,5 мкм. Стінки альвеол складаються тільки з одного шару клітин та еластичних волокон, які дають змогу альвеолі розтягуватися під час вдиху й зменшуватися в об'ємі під час видиху.

Стінки альвеол густо обплетені сіткою капілярів. Венозна кров надходить капілярами до легенів із розгалужень легеневої артерії. Тому вона насичена вуглекислим газом і бідна на кисень. Через тонку *альвеолярно-капілярну мембрану* вуглекислий газ потрапляє до альвеол шляхом дифузії, а під час видиху виводиться з організму. Водночас кисень із повітря альвеол дифундує в кров, перетворюючи її на артеріальну, яка відтікає з альвеол капілярами в ліве передсердя.

Думаємо, розуміємо, відповідаємо. **1.** Визначте взаємозв'язок будови та функцій дихальних шляхів. **2.** Поясніть, завдяки яким особливостям будови дихальні шляхи виконують захисну (бар'єрну) функцію. **3.** Назвіть відомі вам хвороби носової порожнини, глотки та носоглотки. Поясніть, унаслідок чого вони виникають. **4.** Від чого залежить висота й сила голосу? **5.** Визначте взаємозв'язок між будовою та функціями трахеї й бронхів. **6.** Яку будову мають легені? Як здійснюється газообмін в альвеолах?

Самостійна робота з підручником. Розгляньте *рис. 27* і визначте, з яких частин складається глотка. Поясніть, чому небезпечно розмовляти під час уживання їжі.

Запитання для допитливих. Чому тварини не здатні до виразної мови?

Домашнє завдання. Поясніть, у чому полягає взаємозв'язок між будовою та функціями органів дихання.

Це треба знати. Музичні інструменти здатні продукувати звуки різних частот: рояль, фортепіано — 27–4200 Гц, електрична гітара — 82–1570 Гц, труба — 160–990 Гц, скрипка — 210–2800 Гц, флейта — 240–2300 Гц.
Частотний діапазон людського голосу знаходиться в межах: бас — 75–330 Гц, тенор — 120–500 Гц, мецо-сопрано — 170–700 Гц, сопрано — 230–1100 Гц. Спеціальними вокальними вправами можна розширити діапазон людського голосу. Найнижчий тон, який може взяти співак, — це 43,2 Гц, найвищий — до 2300 Гц.

§ 15 ЛЕГЕНЕВА ВЕНТИЛЯЦІЯ. РЕГУЛЯЦІЯ ДИХАННЯ

ОСНОВНІ ПОНЯТТЯ І ТЕРМІНИ: легенева вентиляція, вдих, видих, діафрагма, об'ємні показники дихання, життєва ємність легенів, газообмін, нервова регуляція дихання, гуморальна регуляція дихання.

Фізіологічна основа легеневої вентиляції. ***Легенева вентиляція*** (з латин. *провітрювати, зміна повітря*) — це та ланка газообміну, завдяки якій повітря обмінюється між легенями та навколишнім середовищем. ***Зовнішнє***

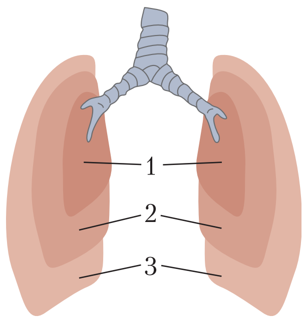


Рис. 32. Зміна об'ємів легенів залежно від глибокого видиху та глибокого вдиху:

1 — глибокий видих;
2 — спокійний вдих, спокійний видих;
3 — глибокий вдих

дихання відбувається в результаті зміни об'єму грудної порожнини під час вдиху й видиху.

Під час вдиху об'єм легень збільшується, при видиху — зменшується. Вдих і видих — це дихальний цикл, що триває в середньому 3–5 с.

Рух грудної клітки *(рис. 32)*. Вдих і видих у людини можливі завдяки злагодженій діяльності міжреберних м'язів, діафрагми та м'язів передньої черевної стінки під контролем ритмічної діяльності центру дихання довгастого мозку.

Вдих — це активний процес скорочення зовнішніх міжреберних м'язів і розслаблення внутрішніх. Ребра в цей момент піднімаються вгору й випинаються вперед, віддаляючись від хребта. Водночас скорочуються посмуговані м'язи діафрагми. Вона стає плоскішою та опускається на 2–4 см. При цьому об'єм грудної клітки збільшується, і в ній утворюється від'ємний (щодо атмосферного) тиск. Атмосферне повітря наче всмоктується грудною кліткою й заповнює альвеоли доти, доки тиск повітря в легенях не зрівняється з атмосферним.

Видих відбувається переважно пасивно в результаті скорочення еластичних стінок альвеол, розтягнутих під час вдиху, і розслаблення м'язів, що його забезпечували. При глибокому видиху скорочуються внутрішні міжреберні м'язи, що зменшує об'єм грудної порожнини, і тиск в альвеолах стає вищим за атмосферний. Повітря виштовхується з легень і спричиняє видих. При фізичному навантаженні або кисневому голодуванні для підсилення дихання починають працювати додаткові м'язи грудної клітки та черевної стінки.

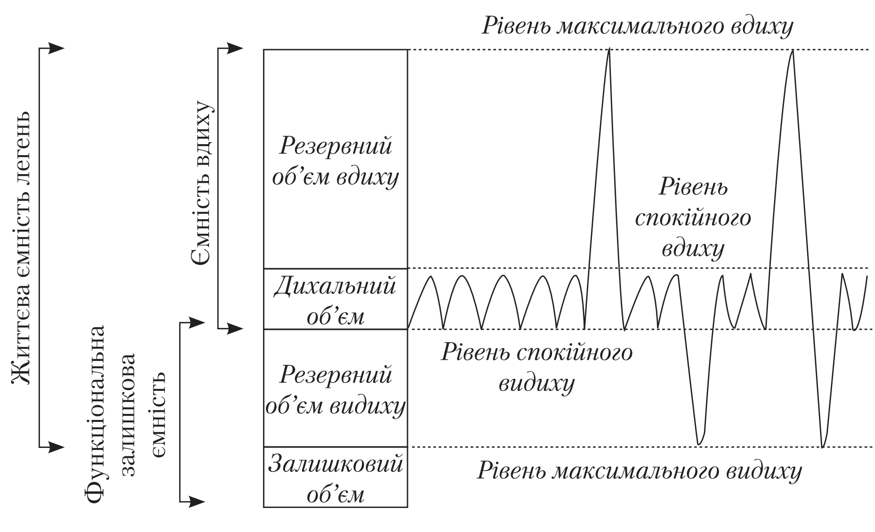


Рис. 33. Спірограма — графічне відображення дихальних об'ємів, яке записується на спеціальному приладі — спірографі

Об'ємні показники дихання *(рис. 32, 33)*. У стані спокою доросла людина здійснює за хвилину 12–16 дихальних циклів, під час сну — 10–12, а при фізичному навантаженні, хвилюванні, тяжкій хворобі — до 30–35 дихальних циклів. У маленьких дітей та осіб старшого віку частота дихання в стані спокою вища (20–25 дихальних циклів за хвилину).

Під час спокійного вдиху до легень потрапляє приблизно 500 мл (300–800 мл) повітря. Це називають *дихальним об'ємом*. Глибоко вдихнувши, людина може набрати ще 1500–3000 мл повітря — це *додатковий*, або *резервний, об'єм вдиху*.

Після спокійного видиху людина може додатково видихнути ще 1300–1500 мл повітря — *резервний об'єм видиху*.

Якщо складемо ці показники, отримаємо величину *життєвої ємності легень*. Наприклад: 500 + 2500 + 1300 = 4300 мл.

Навіть після глибокого видиху в альвеолах і повітроносних шляхах залишається 1000–1500 мл повітря — *залишковий об'єм повітря*.

Життєва ємність легень — це максимальний об'єм повітря, який можна видихнути після максимального вдиху. У жінок вона становить 3000–4500 мл, а в чоловіків — 4000–5500 мл.

Здоровий спосіб життя й фізичні тренування значно підвищують життєву ємність легень. І навпаки: у людей нетренованих, зі шкідливими звичками ця величина може знизитися до двох літрів. Такі легені вже не здатні забезпечувати нормальний газообмін не тільки за найменшого фізичного навантаження, а й у стані спокою. Виникає *стан дихальної недостатності*.

Газообмін у легенях. Склад повітря в легенях. Повітря, що вдихає людина, містить 21 % кисню, майже 79 % азоту та 0,03 % вуглекислого газу; невелику кількість інертних газів і водяної пари. Повітря, що людина видихає, містить приблизно 16 % кисню та 4 % вуглекислого газу. Склад повітря в альвеолах унаслідок змін частоти й глибини дихання в різних функціональних станах організму (у спокої, при фізичному навантаженні, при розумовій роботі тощо) підтримується відносно стабільним (14,2 % кисню і 5,2 % вуглекислого газу, а також багато водяної пари). Вміст азоту й інертних газів у вдихуваному, видихуваному й альвеолярному повітрі залишається майже незмінним.

Нервова регуляція дихання. У довгастому мозку є безумовно-рефлекторний центр регуляції дихання, або дихальний центр. У ньому є дві ділянки — одна керує вдихом, а інша — видихом. Приблизно кожні 3–4 с виникає збудження в центрі вдиху. Воно через спинний мозок передається до дихальних міжреберних м'язів і діафрагми. М'язи скорочуються, об'єм грудної клітки збільшується — здійснюється вдих. При цьому нервові імпульси від м'язів і легень надходять до довгастого мозку. Вони викликають збудження центру видиху, водночас гальмуючи центр вдиху. Дихальні м'язи розслаблюються, об'єм грудної клітки зменшується — здійснюється видих. Після цього дихальний цикл починається знову.

Дихання може прискорюватися або уповільнюватися під впливом вищих відділів головного мозку (кори) на дихальний центр довгастого мозку. Тому людина може довільно на певний час (45–300 с) затримати дихання,

прискорити або уповільнити його. Прикладом керування своїм диханням є спів або гра на духових музичних інструментах. Однак вплив кори на дихальний центр обмежений. При різкому підвищенні концентрації CO_2 в крові відбувається мимовільний вдих.

Якщо певні ситуації, що регулярно повторюються, супроводжуються змінами дихання, то в людини можуть вироблятися *умовні рефлекси*. Наприклад, під час дії стрес-факторів людина починає хвилюватися, і це завжди супроводжується поглибленням і прискоренням дихання. Такий стан забезпечує готовність організму до вирішення проблем, що виникли.

Захисні рефлекси дихальних шляхів. ***Чхання*** — це безумовний рефлекс, за допомогою якого з порожнини носа видаляються різні подразнювальні агенти — пил, сторонні тіла, слиз, пари їдких хімічних речовин тощо. Так організм запобігає потраплянню їх до інших дихальних шляхів. Рецептори цього рефлексу містяться в носовій порожнині, а його центр — у довгастому мозку.

Чхання може бути також симптомом інфекційного захворювання, що супроводжується нежитем. Зі струменем повітря з носа при чханні викидається безліч вірусів і бактерій, і це звільняє організм від інфекційних чинників, але сприяє поширенню інфекції серед інших людей. Тому, коли ви чхаєте, обов'язково прикривайте ніс хустинкою.

Кашель — це також захисний безумовний рефлекс, спрямований на видалення ротовою порожниною пилу, сторонніх часток, якщо вони потрапили до гортані, глотки, трахеї або бронхів, грудочок харкотиння, що утворюються при запаленні дихальних шляхів. Чутливі кашлеві рецептори містяться в слизовій оболонці дихальних шляхів. Центр його — теж у довгастому мозку.

Гуморальна регуляція дихання. Подразником, що спричиняє збудження дихального центру, є вуглекислий газ, зокрема його концентрація в крові. У стані спокою доросла людина робить приблизно 16 дихальних рухів за хвилину. Якщо рівень CO_2 в крові збільшується, відповідні рецептори сприймають це й надсилають нервові імпульси в центр вдиху, збільшуючи його активність. Унаслідок цього частота й глибина дихальних рухів збільшується (наприклад, при фізичному навантаженні або при перебуванні в непровітреному приміщенні).

Думаємо, розуміємо, відповідаємо. **1.** Поясніть поняття «легенева вентиляція». Що є її основою? **2.** Поясніть механізм вдиху та видиху. **3.** Що називають *дихальним* і *додатковим об'ємами*? **4.** Визначте показник життєвої ємності легень. **5.** З'ясуйте, як здоровий спосіб життя та фізичні тренування підвищують життєву ємність легень. Обґрунтуйте, чому. **6.** До яких рефлексів належать чхання та кашель? **7.** Від чого залежить об'єм споживання кисню організмом?

Запитання для допитливих. **1.** Чому на морозі з рота йде пара? **2.** Чому за складом видихуваного повітря автоінспектор може з'ясувати, чи вживав алкоголь водій-порушник? **3.** Для чого до рота людини, що видається неживою, підносять дзеркальце?

Домашнє завдання. Обґрунтуйте, чому плавець перед тим, як пірнути, робить кілька глибоких вдихів і видихів.

Це треба знати. У курців захисний кашлевий рефлекс спочатку підсилюється через подразнення його рецепторів тютюновим димом. Тому протягом дня вони постійно кашляють. Однак через деякий час ці рецептори гинуть разом із війковими та секреторними клітинами. Кашель зникає, а харкотиння, що безперервно утворюється в курців, затримується в дихальних шляхах, позбавлених захисту. Це призводить до тяжких запальних уражень усієї дихальної системи. Виникає хронічний бронхіт курця. Людина, яка курить, голосно хропе під час сну через накопичення слизу в бронхах.

§ 16 ХВОРОБИ ДИХАЛЬНОЇ СИСТЕМИ. ВПЛИВ КУРІННЯ ТА ЗАБРУДНЕНОГО ПОВІТРЯ НА ОРГАНИ ДИХАННЯ

ОСНОВНІ ПОНЯТТЯ І ТЕРМІНИ: застуда, нежить, грип, бронхіт, запалення легенів, туберкульоз, пневмоторакс, бронхіальна астма, хронічний бронхіт, емфізема, рак легенів, куріння, чадний газ, домашній пил.

Причини інфекційних захворювань дихальних шляхів. Мільйони мікроорганізмів — бактерії, віруси та гриби — живуть у повітрі. Під час вдихання вони легко проникають у дихальні шляхи, що зумовлює поширеність інфекцій дихальної системи (респіраторних інфекцій). До інфекційних захворювань верхніх дихальних шляхів належать інфекції приносових пазух, горла та гортані, які розвиваються внаслідок вдихання краплинок, що містять віруси й бактерії. Проявами захворювання є запалення й набряк слизової оболонки, якою вистелені ці структури. З віком у людей розвивається імунітет до більшості вірусів і рідше виникають інфекції. Діти значно частіше хворіють на респіраторні інфекційні захворювання.

Застуда. При переохолодженні людини збудники респіраторних інфекцій у верхніх дихальних шляхах активізуються й спричиняють запальний процес, насамперед у слизовій оболонці носової порожнини. Виникає ***нежить***, або ***риніт*** (з латин. *ніс*). Застуда легко передається від однієї людини до іншої під час кашлю або чхання, тобто коли краплинки з вірусом потрапляють на руки, одяг, у повітря. Здебільшого застуду викликають віруси. Існує майже 200 вірусів, що її спричиняють.

Після потрапляння в організм віруси проникають усередину клітини слизової оболонки. Там вони швидко розмножуються, виділяючи токсичні речовини, які надходять у кров, викликаючи головний біль, кволість. Кровоносні судини носа розширюються в товщі слизової оболонки, зумовлюючи посилене виділення рідини. До інфікованої слизової оболонки надходять лімфоцити, що починають виробляти вірус-специфічні білки (антитіла), які нейтралізують віруси. Частина слизових клітин гине. Їх і загиблі й нейтралізовані віруси поглинають фагоцити. Слиз, що виділяється з носа, густішає та має певні домішки з тіл загиблих лейкоцитів (гній). При застуді застосування антибіотиків є неефективним. Імунна система хворого сама має подолати інфекцію.

Це треба пам’ятати! При нежиті носова хустинка може стати джерелом повторного зараження.

Грип — це вірусна інфекція, проявляється гарячкою, ознобом, головним болем, болем у м’язах, кашлем. Іноді розвивається пневмонія. Грип виникає під час локалізованих спалахів або епідемій і швидко поширюється. Існують три основні форми грипу — А, В і С. Імунітет до вірусу одного типу неефективний щодо вірусу іншого типу. Грип може бути загрозливим для життя дітей та осіб похилого віку. Під час його епідемій можливі смертельні випадки. Якщо при захворюванні на грип не дотримуватися постільного режиму, можуть виникнути серйозні ускладнення.

Це треба пам’ятати! Людина, хвора на грип, є причиною інфікування інших.

Гострий бронхіт (запалення бронхів) розвивається раптово. Може виникати як ускладнення інфекцій верхніх дихальних шляхів, наприклад застуди, або супроводжувати кір чи грип. Захворювання спричиняється переважно вірусами, проявляється вологим кашлем, гарячкою, а іноді незначними хрипами.

Пневмонія (запалення легень) виникає в найменших бронхіолах та альвеолах. Вона спричиняється вірусами й бактеріями, іноді грибами та найпростішими. Ранні симптоми: озноб, гарячка (з підвищенням температури тіла до 38–40 °С), пітливість, біль у м’язах і суглобах, головний біль. Згодом починається кашель, біль у грудях і задишка.

За наявності таких ознак треба негайно звернутися до лікаря. Самолікування при пневмонії неприпустиме!

Це треба пам’ятати! Банки, гірчичники, різні компреси тепер у лікуванні пневмонії не використовують. Доведено, що вони ускладнюють запальний процес, оскільки сприяють поширенню його по легенях, а потім із кров’ю та лімфою — по всьому організму.

Туберкульоз (з латин. *горбик*) — хронічне інфекційне захворювання, одне з найтяжчих у людини, що спричиняє велику смертність, навіть у молодому віці. У побуті туберкульоз називають *сухотою*. Ця хвороба уражає різні органи, але найчастіше — легені *(рис. 34)*, у яких виникають характерні запальні явища. Туберкульоз викликає бактерія — туберкульозна паличка, або паличка Коха.



а) б) в)

Рис. 34. Легені здорові (а), уражені туберкульозом (б), легені курця (в)

На туберкульоз частіше хворіють люди зі зниженою опірністю організму, не загартовані, які погано харчуються, не дотримуються гігієнічних норм життя та свого житла, курять, зловживають алкоголем, наркотиками.

Соціальна профілактика туберкульозу полягає в поліпшенні загального рівня життя населення, екологічного стану довкілля, охороні праці та здоров'я, сприянні розвитку фізкультури та спорту.

Санітарна профілактика — це лікування хворих, спостереження й обстеження членів їхніх сімей. З метою раннього виявлення туберкульозу широко застосовують флюорографічне рентгенівське дослідження та діагностичні алергічні туберкулінові проби, наприклад Манту (названо на честь французького вченого, який це запровадив).

Специфічна профілактика туберкульозу полягає в уведенні всім новонародженим, а за потреби — підліткам і дорослим, вакцини БЦЖ, ослаблених туберкульозних паличок, які сприяють утворенню активного штучного імунітету. Його тривалість — 4–5 років. За потреби вакцинацію повторюють.

Неінфекційні хвороби дихальної системи. Захворювання, що зумовлюють порушення дихання, виникають після ушкодження або під впливом певних негативних факторів — куріння, удихання чадного газу, парів органічних речовин, пилу тощо. До відомих факторів ризику належать також пасивне куріння, повторні респіраторні інфекції в дитинстві.

Пневмоторакс виникає внаслідок розриву плеври, що спричиняє надходження повітря до плевральної порожнини й спадання легень. Пневмоторакс найчастіше є наслідком травми, що супроводжувалася порушенням цілісності грудної порожнини. Основні симптоми: задишка та біль у грудній клітці, утрата свідомості внаслідок *асфіксії* (ядухи). При пневмотораксі постраждалий потребує невідкладної допомоги, яка полягає в накладанні пов'язки, що припиняє надходження повітря до плевральної порожнини. Поки цілісність грудної порожнини не буде поновлена, постраждалому необхідно робити штучне дихання «рот до рота».

Бронхіальна астма (з грецьк. *ядуха*) — тяжка хронічна хвороба органів дихання, що виявляється нападами ядухи й кашлю, пов'язаними зі зниженням прохідності бронхів. У тяжких випадках це може призвести до смерті людини. За різними даними, на астму хворіє 0,5–1 % населення Землі. Здебільшого астма має алергічну природу. До основних алергенів, які провокують напади астми, належать пліснява, пилок рослин, шерсть тварин, пил, харчові продукти, ліки. Причина деяких форм захворювання невідома.

Хронічний бронхіт. Хоча повторні гострі бронхіти, збудниками яких є віруси чи бактерії, можуть спричинити хронічне запалення, основними факторами ризику виникнення цієї хвороби є куріння та дія хімічних подразників. Спочатку кашель виникає переважно в дощові холодні місяці, а згодом починає турбувати постійно. З'являються також захриплість голосу та задишка. Причиною розвитку хронічного бронхіту є те, що подразнення бронхів тютюновим димом чи певними хімічними чинниками стимулює надмірне проду-

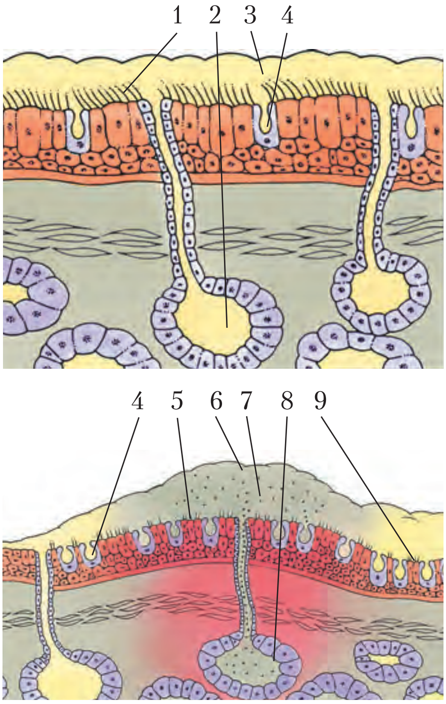


Рис. 35. Розвиток бронхіту:

1 — війки; 2 — слизові залози; 3 — шар слизу; 4 — келихоподібні клітини; 5 — ушкоджені війки; 6 — скупчення слизу; 7 — бактерії; 8 — збільшена слизова залоза; 9 — клітини без війок

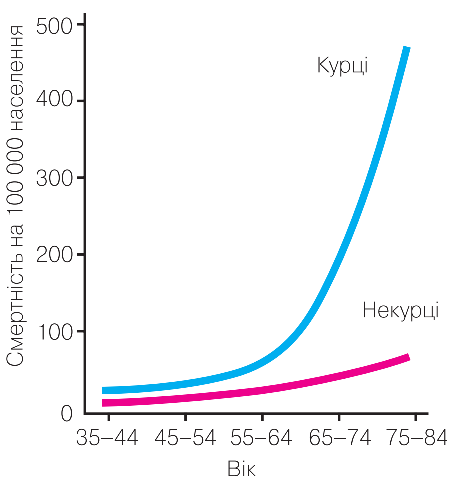


Рис. 36. Графік смертності, пов'язаної з курінням

кування слизу. Водночас ушкоджуються війки, які вкривають слизову оболонку бронхів. Це призводить до затримки в дихальних шляхах слизу, де розмножуються бактерії. Накопичення слизу в бронхах рефлекторно викликає кашель *(рис. 35)*.

Емфізема. Під час цієї хвороби альвеоли легень розтягуються та розриваються. Більшість хворих із вираженим ураженням легенів емфіземою — ті, хто курить. Крім цього, фактором ризику є спадковий дефіцит певного ферменту. Це захворювання невиліковне, але припинення куріння значно сповільнює його прогресування.

Рак легенів. Причиною цього захворювання здебільшого (87 % усіх випадків) є куріння. У першій половині минулого століття рак легенів переважав у чоловіків, оскільки вони курили більше, аніж жінки. Тепер частота уражень цією недугою в жінок швидко зростає й перевищила частоту захворювань на рак грудей, який донедавна був основною причиною смерті жінок від онкологічних хвороб *(рис. 36)*. Іншими причинами раку легенів є тривале вдихання вугільного пилу, азбесту та кремнезему. Це захворювання трапляється в промислових районах частіше, аніж у сільській місцевості. Багато сполук, що вдихає людина, стимулюють ріст атипових клітин у легенях. Однак цигарковий дим містить тисячі відомих канцерогенних (таких, що спричиняють онкологічні захворювання) речовин і є основною причиною раку легень.

Куріння — одна з найпоширеніших шкідливих звичок, що призводить до серйозних порушень здоров'я. За даними Всесвітньої організації охорони здоров'я (ВООЗ), люди, які курять, удвічі частіше, аніж ті, хто не курить, ризикують померти, не доживши до 65 років, вони в 14 разів частіше хворіють на рак легенів. 70 % померлих від інфаркту міокарда — ті,

хто курить. Кожна людина, яка курить, начебто ставить на собі експеримент на виживання.

Основною діючою речовиною тютюну є *нікотин* — надзвичайно сильна отрута. Під впливом нікотину надниркові залози викидають у кров велику кількість адреналіну, що призводить до звуження артерій *(рис. 37)* і підвищення артеріального тиску; погіршується кровопостачання всіх органів, зокрема бронхів і легень. Гарячий тютюновий дим (на кінчику цигарки температура досягає 600 °С!) обпікає слизову оболонку верхніх дихальних шляхів, бронхів; досягає він і альвеол. Постійне подразнення голосових зв'язок веде до хрипкості голосу. Дуже небезпечними є продукти згоряння тютюну. Головні з них — *аміак* і *тютюновий дьоготь* (смола). Аміак, розчиняючись у слизові дихальних шляхів, перетворюється на *нашатирний спирт*. Подразнюючи слизові оболонки, він спричиняє підвищену секрецію слизу, запальні процеси дихальних шляхів. Тютюновий дьоготь осідає на стінках повітроносних шляхів, накопичується в альвеолах, забарвлюючи легені в брудно-коричневий колір *(рис. 34)*, а також виділяється з кашлем у вигляді сіруватого або коричневого харкотиння.



Рис. 37. Теплографія рук людини до куріння (ліворуч) і після куріння (праворуч). (На ділянках, забарвлених синім і зеленим кольорами, кровоносні судини звужені (погіршується живлення тканин), тепловіддача порушена).

Тютюновий дьоготь містить у високій концентрації *канцерогенні речовини* — бензпірен та ін., *радіоактивні речовини*: Полоній, Свинець, Стронцій, Вісмут.

Один з основних компонентів тютюнового диму — *чадний газ* (оксид вуглецю), який, з'єднуючись із гемоглобіном, утворює *карбоксигемоглобін*.

Треба зазначити, що дитячий і жіночий організми вразливіші до негативної дії куріння, а тому всі хворобливі ознаки в дітей та жінок настають набагато раніше.

Домашній пил є одним із найактивніших алергенів. Це складна суміш неорганічних і органічних складових. Особливо небезпечні органічні компоненти домашнього пилу. Їх поділяють на живі й неживі. *Неживі* — це частинки їжі, лусочки з верхнього шару шкіри людини й тварин, різні рослинні залишки; *живі* — кліщі (можуть існувати в пір'ї подушок, ворсі килимів), мікроскопічні гриби, личинки комах. Усі вони здатні спричиняти тяжкі алергічні хвороби — бронхіальну астму, хронічний алергічний нежить.

Дотримання чистоти в приміщеннях — головний засіб боротьби з пилом. Не менше 2–3 разів на тиждень треба робити вологе прибирання, чистити підлогу, меблі та килими. Навіть узимку кілька разів на день квартиру необхідно провітрювати.

Вихлопні гази автомобілів — дуже небезпечні для здоров'я людини. Неповне згоряння бензину в повітрі призводить до високої концентрації шкідливих речовин — оксидів азоту, вуглецю, свинцю. Люди, які живуть поблизу великих автомобільних трас, частіше хворіють на хронічний бронхіт, бронхіальну астму та рак легенів.

Промислове забруднення повітря є справжньою бідою не тільки для України, а й для всіх промислово розвинених країн. У містах, де спостерігається сильне забруднення довкілля промисловими відходами, понад 50 % мешканців хворіють на хронічний бронхіт. Люди, які живуть поблизу азбестових фабрик і цементних заводів, частіше хворіють на рак легенів; хто живе біля елеваторів, алюмінієвих заводів, часто хворіє на бронхіальну астму. Почастішали хвороби дихальних шляхів і легенів у мешканців сільської місцевості. Це пов'язано з широким застосуванням мінеральних добрив, гербіцидів (засобів, що знищують бур'яни) та інсектицидів (препаратів, які знищують шкідливих комах).

Думаємо, розуміємо, відповідаємо. **1.** Назвіть причини захворювань дихальних шляхів. **2.** Поясніть, які чинники викликають запалення дихальної системи. **3.** Які прояви бронхіту та запалення легенів? **4.** Поясніть причини, шляхи зараження, прояви та наслідки туберкульозу легенів. **5.** Які профілактичні заходи здійснює держава для запобігання туберкульозу? **6.** Обґрунтуйте механізм шкідливого впливу куріння на органи дихання. **7.** Обґрунтуйте причини кисневої недостатності в організмі курця. **8.** Назвіть речовини, які забруднюють повітря. **9.** Поясніть, у чому полягає небезпека домашнього пилу та промислового забруднення повітря для органів дихання. **10.** Чим шкідливі для людей вихлопні гази автомобілів?

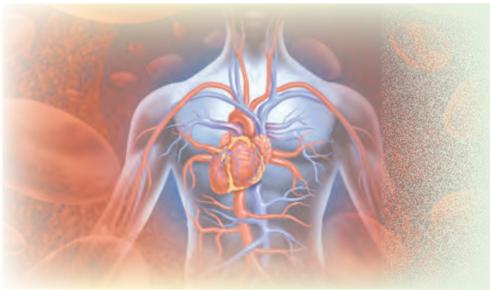
Запитання для допитливих. **1.** Чому куріння особливо небезпечне в дитячому та юнацькому віці? **2.** Чому небезпека куріння зростає на територіях із радіоактивним забрудненням? **3.** Що може примусити людину кинути курити? **4.** Спробуйте назвати хоча б декілька «переваг» куріння. Обґрунтуйте відповідь.

Домашнє завдання. **1.** Складіть пам'ятку запобігання туберкульозу. **2.** Підготуйте повідомлення про взаємозв'язок туберкульозу й ВІЛ. Використовуючи матеріал параграфа, обґрунтуйте необхідність відмови від куріння.

Це треба знати. Епідемії грипу були відомі ще в III ст. до н. е. Особливо страшною була епідемія грипу, що охопила всі країни світу в 1918–1920 рр. Тоді захворіло 1,5 млрд чоловік, а понад 20 млн із них померли.

Туберкульозу стільки ж років, скільки й людству. Про це свідчать результати розкопок і найдавніші писемні документи. Так, у чотирьох із десяти єгипетських мумій учені виявили ознаки туберкульозу хребта.

З 1995 р. в Україні триває епідемія туберкульозу. Її пік був зафіксований у 2005–2006 рр. Щодня цією хворобою інфікується майже 100 людей. У світі на туберкульоз страждають приблизно 60 млн осіб.



ТЕМА 4
ТРАНСПОРТ РЕЧОВИН

§ 17 РІДИНИ ТІЛА. СКЛАД І ФУНКЦІЇ КРОВІ. ЕРИТРОЦИТИ

ОСНОВНІ ПОНЯТТЯ І ТЕРМІНИ: міжклітинна рідина, лімфа, кров, функції крові, плазма крові, формені елементи, еритроцити, гемоглобін, анемія.

Внутрішнє середовище організму — це кров, лімфа та міжклітинна рідина.

Міжклітинна рідина й лімфа *(рис. 38)*. Міжклітинна рідина омиває клітини організму. Через неї вони отримують усе потрібне для їхньої життєдіяльності — кисень, білки, вуглеводи, жири, мінеральні солі тощо. У міжклітинну рідину виділяються кінцеві продукти обміну, вуглекислий газ, надлишок води, мінеральних солей, сечовина та ін. Вона — важливий чинник збереження гомеостазу. Її склад і співвідношення різних речовин досить сталі. При порушенні цієї сталості (надто низька або висока температура довкілля, тривале голодування, зміна питного режиму тощо) людина може загинути.

Вода й поживні речовини потрапляють у міжклітинну рідину з крові через кровоносні капіляри, а непотрібні клітинам продукти обміну речовин, розчинені у воді, — до лімфи в лімфатичні капіляри. З лімфою вони надходять до вен і звідти різними шляхами виводяться з організму. Крім того, лімфа розносить по організму жири, що всмоктуються в кишечнику, і синтезовані в печінці білки.

Лімфа — це безбарвна, майже прозора рідина. Вона містить воду, мінеральні солі, глюкозу, амінокислоти, кисень, CO_2. Вміст білків у лімфі в 3–4 рази менший, аніж у плазмі крові.

Лімфатичні судини — це ніби дренажна система, що видаляє надлишок міжклітинної рідини.

Значення крові в організмі. ***Кров*** — рідка сполучна тканина, що циркулює замкненою системою кровоносних судин. Її основні функції *(рис. 39)*:

- *Регуляторна* — кров транспортує гормони й інші біологічно активні речовини, забезпечуючи гуморальну регуляцію функцій в організмі.
- *Дихальна* — кров забирає кисень із легенів і розносить по всьому тілу. Віддаючи його клітинам, вона забирає від них вуглекислий газ, який несе до легенів, де той із видихом виходить назовні.

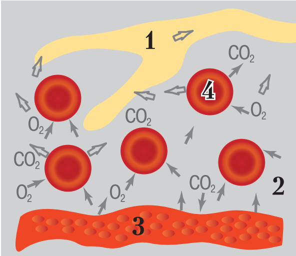


Рис. 38. Рідини тіла та взаємозв'язок між ними:

1 — лімфатичний капіляр; 2 — міжклітинна рідина; 3 — кровоносний капіляр; 4 — клітини



Рис. 39. Функції крові:
1 — еритроцити; 2 — лейкоцити; 3 — тромбоцити

- *Живильна й участь в обміні речовин*: кров розносить по тілу поживні речовини від кишечнику або з місць їхнього накопичення.
- *Видільна функція* полягає в тому, що саме через кров організм очищується від продуктів переробки поживних речовин (наприклад, сечовини), які з плином крові надходять до видільних органів — нирок і печінки або до легенів.
- *Захисна функція*. Певні клітини крові мають властивість знешкоджувати хвороботворні мікроорганізми, що потрапляють в організм. Кров бере участь у створенні імунітету проти різних інфекцій. До захисної ролі крові належить також її здатність згортатися.
- *Теплорегуляційна*, тобто збереження сталості температури тіла. Кров рівномірно розподіляє тепло по всьому тілу, забираючи його з «гарячих» органів, наприклад скелетних м'язів, печінки, а віддає, охолоджуючись у шкірі.

Склад крові *(рис. 40)*. Як відомо, кров — це рідка сполучна тканина, яка перебуває в постійному русі. В організмі здорової людини міститься 4–5 л крові, що становить 6–8 % від маси тіла. Більше половини його — рідка частина крові — плазма. Інша частина — це клітини — формені елементи крові.

Плазма крові (з грецьк. *те, що утворене, сформоване*) становить приблизно 60 % усього об'єму крові. У її складі — 91 % води й 9 % розчинених або завислих у ній речовин: білків, амінокислот, жирів, глюкози, мінеральних



Рис. 40. Склад і основні показники крові людини

солей (зокрема, NaCl), мікроелементів, вітамінів, гормонів тощо. У здорової людини склад плазми досить сталий, оскільки навіть незначні зміни концентрації білків або NaCl призводять до тяжких наслідків.

Плазма крові є джерелом води та поживних речовин для клітин організму, сприяє підтриманню кров'яного тиску й загального об'єму крові.

Значення білків плазми важко переоцінити: вони підтримують рН *(кислотність)* крові; є пластичним матеріалом для тканинних білків; обумовлюють онкотичний тиск, тобто здатність притягувати воду; забезпечують *в'язкість крові*, а також транспортування гормонів, мінеральних речовин, ліпідів, холестерину; беруть участь у зсіданні крові й утворенні імунних тіл; перешкоджають осіданню еритроцитів.

Плазма крові, з якої видалено згортувальні білки, дістала назву *сироватка крові*.

Мінеральні речовини плазми крові становлять приблизно 0,9 %. Вони представлені в основному катіонами Na^+, K^+, Ca^{2+} та аніонами Cl^-, HCO_3^-, HPO_4^{2-}.

До ***форменних елементів*** крові *(рис. 40)* належать *еритроцити* — переносники кисню та частково вуглекислоти; *лейкоцити*, або *білокрівці*, що сприяють захисту організму від інфекцій; *тромбоцити*, або *кров'яні пластинки*, які беруть участь у процесах згортання крові.

Хімічний склад плазми регулюють центральна нервова й ендокринна системи. Наприклад, у спеку, коли ми потіємо, через зневоднення організму в крові збільшується концентрація NaCl. Це спричиняє збудження центру спраги в гіпоталамусі й виникнення відчуття спраги. Ми п'ємо воду, її кількість у крові нормалізується, відновлюється гомеостатична рівновага, і відчуття спраги зникає.

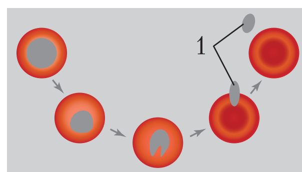


Рис. 41. Схема перетворення еритроцита з незрілої ядерної клітини на зрілу без'ядерну:

1 — втрачання ядра

Це треба пам'ятати! Голодування, особливо «сухе» (коли людина навіть не п'є воду), призводить до змін хімічного складу плазми, підвищення в'язкості крові та порушення гомеостазу, часом незворотного.

Будова та функції еритроцитів. ***Еритроцити*** (з грецьк. *червоний* і *клітина*) — це дрібні клітини крові, які в процесі дозрівання втрачають ядро й мають форму двоввігнутих дисків *(рис. 41–43)*, діаметром усього 7–8 мкм. Загальна площа всіх еритроцитів досягає 3000 $м^2$, що в 1500 разів перевищує площу поверхні тіла людини. Така велика загальна площа еритроцитів зумовлена їхньою значною кількістю та формою.

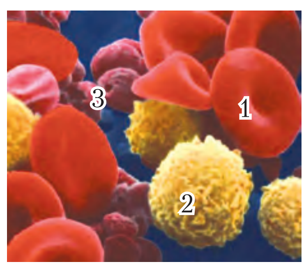


Рис. 42. Електронна мікрофотографія клітин крові:

1 — еритроцит; 2 — лейкоцит; 3 — тромбоцит

Особливість форми еритроцитів пов'язана з їх специфічною функцією — перенесення кисню. В еритроциті немає жодної точки, яка б знаходилася від поверхні більш як на 0,85 мкм. Якби еритроцити

мали форму кулі, то центр клітини знаходився б від її поверхні на відстані 2,5 мкм, а загальна площа еритроцитів була на 20 % меншою.

Через відсутність ядра еритроцит засвоює у 200 разів менше кисню для власних потреб, ніж його ядерні попередники. Постачаючи киснем увесь організм, він витрачає на себе мізерну частину того кисню, який переносить. Однак, унаслідок відсутності процесів регенерації, еритроцити мають тривалість життя лише приблизно 120 діб. Вони гинуть у печінці та селезінці. В одному літрі крові здорової людини міститься $4–5×10^{12}$ еритроцитів, а всього людина має 25 трлн цих клітин.

Будова та функції гемоглобіну. Еритроцити містять унікальну хімічну сполуку — ***гемоглобін*** (з грецьк. *кров* і латин. *куля*) — кров'яний пігмент, що складається з молекули білка надзвичайно складної будови та гема — складної залізовмісної сполуки *(рис. 43)*. В одному літрі крові людини міститься 135–160 г гемоглобіну.

Основною властивістю гемоглобіну є здатність утворювати нестійкі сполуки з киснем, а його *основна функція* — транспортування кисню від легенів до тканин. У легенях під час вдиху гемоглобін тимчасово з'єднується з киснем у нестійку сполуку, що називається ***оксигемоглобіном***. Кров, яка забирає кисень від легенів, є артеріальною. Завдяки великій кількості оксигемоглобіну вона має яскраво-червоний колір.

Артеріальна кров, збагачена киснем, потрапляє до тканин, де гемоглобін легко віддає кисень клітинам, а замість кисню (у такий самий спосіб) отримує від них вуглекислий газ, який, з'єднуючись із гемоглобіном, утворює ***карбгемоглобін*** (з латин. *вуглець* і *гемоглобін*).

Карбгемоглобін надає венозній крові темнішого кольору. Вона потрапляє венами до серця, а потім артеріями — до легенів. Тут гемоглобін віддає CO_2, який під час видиху виводиться з організму. У вигляді карбгемоглобіну кров'ю переноситься 8 % вуглекислого газу. Решта — 92 % CO_2 — переноситься кров'ю як кислі солі вугільної кислоти (88 %), розчинені в плазмі (4 %).

Під дією сильних окислювачів — чадного газу, озону (O_3), перекису водню — гемоглобін утворює стійкі сполуки й утрачає здатність переносити кисень до клітин організму. Сполука гемоглобіну з чадним газом називається ***карбоксигемоглобіном***. Отруєння чадним газом може бути смертельним.

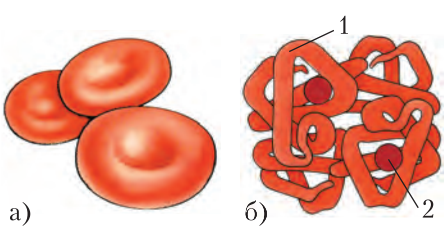


Рис. 43. Структура молекули гемоглобіну:

а) еритроцит; б) гемоглобін:
1 — молекула білка; 2 — гем

Це треба пам'ятати! Тютюновий дим, що містить чадний газ, перешкоджає нормальному насиченню еритроцитів киснем і призводить до кисневого голодування всіх тканин організму.

Недокрів'я. Під впливом несприятливих чинників (поганого харчування, малорухливого способу життя, радіаційного та хімічного забруднення довкілля, хронічних захворювань шляхів

травлення, шкідливих звичок) у людини зменшується кількість еритроцитів і/або вміст у них гемоглобіну, через що виникає ***недокрів'я***, або ***анемія***. Вона спричинює кисневе голодування всіх органів і тканин організму. Людина скаржиться на задишку, особливо під час фізичного навантаження, відчуває слабкість, шум у вухах, у неї трапляються запаморочення або навіть зомління. Шкірні покриви й слизові оболонки блідішають. У такому випадку потрібно звернутися до лікаря.

Думаємо, розуміємо, відповідаємо. **1.** За рахунок яких рідин тіла підтримується сталість внутрішнього середовища організму людини? **2.** Поясніть значення міжклітинної рідини. **3.** Визначте значення лімфи в обміні речовин. **4.** Які функції виконує кров? **5.** Поясніть механізми збереження сталості хімічного складу плазми крові. **6.** Визначте взаємозв'язок будови та функцій еритроцитів. **7.** Розгляньте *рис. 42* і *43*. Визначте ознаки пристосування еритроцитів до перенесення кисню. **8.** Поясніть походження терміна «гемоглобін». **9.** Поясніть механізм транспортування кисню від легенів до тканин. **10.** Яка різниця в будові еритроцитів у людини та жаби позначається на перенесенні кисню гемоглобіном? **11.** Під впливом яких чинників у людини виникає недокрів'я?

Самостійна робота з підручником. За допомогою тексту параграфа наведіть приклади регуляції хімічного складу крові центральною нервовою системою (ЦНС).

Домашнє завдання. **1.** Чому для життя людини потрібне рідке внутрішнє середовище? **2.** Опишіть значення та функції крові в організмі людини. **3.** З'ясуйте, чим відрізняються венозна й артеріальна кров.

Це треба знати. Усі еритроцити тіла людини, складені в один «стовпчик», утворили б ланцюг завдовжки 62 000 км! На осі такої довжини могли б обертатися кілька таких планет, як Земля.

§ 18 БУДОВА ТА ФУНКЦІЇ ЛЕЙКОЦИТІВ І ТРОМБОЦИТІВ

ОСНОВНІ ПОНЯТТЯ І ТЕРМІНИ: лейкоцити, фагоцити, лімфоцити, фагоцитоз, тромбоцити, згортання крові, кровотеча, протромбін, тромбін, фібриноген, фібрин, тромб, гемофілія.

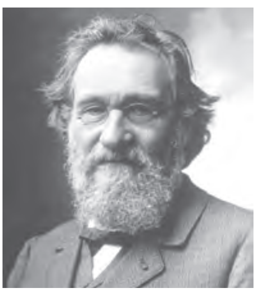
Значення та будова лейкоцитів. ***Лейкоцити***, або ***білі кров'яні тільця*** (з грецьк. *білий*), — це безбарвні клітини крові, які відіграють важливу роль у захисті організму від бактерій, вірусів, будь-яких чужорідних речовин, тобто в створенні імунітету.

Лейкоцити більші за еритроцити *(рис. 39, 42)*, мають ядро, їх майже $4–6 \times 10^9$ у літрі крові. Лейкоцити не однакові за своєю будовою. У цитоплазмі деяких із них є зернятка, які при забарвленні спеціальними барвниками набувають червоного, синього або фіолетового кольорів. Такі лейкоцити називають *зернистими*. А лейкоцити, що мають гомогенну цитоплазму, — *незернистими*

(до них належать ***лімфоцити*** й ***моноцити***). У крові здорової людини підтримується досить стале співвідношення між різними видами лейкоцитів (лейкоцитарна формула), однак воно порушується під час перебігу різних хвороб.

Тривалість життя більшості лейкоцитів — від декількох годин до 120 днів. (за винятком лімфоцитів, частина з яких живе протягом життя людини). Лейкоцити утворюються, як і еритроцити, у червоному кістковому мозку та лімфатичних вузлах, проходячи всі стадії дозрівання. Цей процес складний і порушується внаслідок дії радіоактивного опромінювання або хімічних чинників.

Найважливіша особливість лейкоцитів — це те, що вони є ***фагоцитами*** (з грецьк. *той, що пожирає* і *клітина*), тобто клітинами-пожирачами бактерій. Саме тому при запальних процесах або інфекційних хворобах їх кількість у крові значно зростає. Унаслідок впливу радіонуклідів, хімічних речовин, наприклад через зловживання ліками, що тамують головний біль (анальгін, парацетамол), або при поганому харчуванні, недостатньому перебуванні на свіжому повітрі кількість лейкоцитів зменшується. Людина стає майже беззахисною перед інфекцією й може померти.



Ілля Мечников

Фагоцитоз *(рис. 44, 45)* — це процес поглинання та перетравлювання лейкоцитами сторонніх часток, які потрапили до організму. Його відкрив видатний український учений ***Ілля Мечников*** (1845–1916), за що в 1908 р. він був удостоєний Нобелівської премії.

Для виконання функції фагоцитозу лейкоцити мають специфічні властивості. Вони здатні самостійно рухатися до вогнища запалення або до місця потрапляння стороннього тіла, користуючись несправжніми ніжками — *псевдоподіями* (з грецьк. *несправжній* і *ніжка*), на зразок амеби *(рис. 44)*. Завдяки рухливості та маленьким розмірам лейкоцити легко проходять крізь стінки капілярів. Поглинаючи й знезаражуючи бактерії, вони гинуть, утворюючи гній *(рис. 45)*. Окрім рухливих фагоцитів, в організмі є нерухомі моноцити, або ***макрофаги*** (з грецьк. *великий*, тобто дослівно — *великі пожирачі*). Їх уперше описав український учений ***Володимир Високович***. Макрофаги містяться в печінці, селезінці, лімфатичних вузлах.

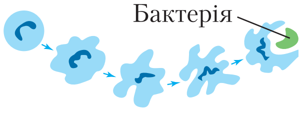


Рис. 44. Так, викидаючи несправжні ніжки (псевдоподії), лейкоцити наближаються до бактеріальної клітини, щоб її ухопити, поглинути та перетравити.

Згортання крові. Однією з найважливіших властивостей крові є її здатність зберігатися в рідкому стані всередині непошкоджених судин і згортатися при їхньому пораненні й виникненні кровотечі. Саме функція згортання крові є функцією тромбоцитів.

Тромбоцити, або ***червоні кров'яні пластинки***, — найдрібніші без'ядерні формені елементи крові діаметром 1,5–2 мкм. В одному літрі крові здорової людини їх міститься $200–400 \times 10^9$, усього ж їх в організмі — 1,5 трлн *(рис. 42)*.

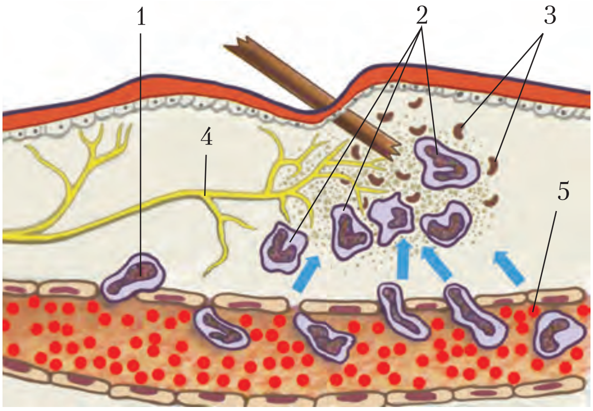


Рис. 45. Реакція організму на поранення:
1 — лейкоцити, що виходять з капіляра через проміжки між епітеліальними клітинами; 2 — лейкоцити, що атакують бактерії; 3 — бактерії; 4 — закінчення чутливого нерва; 5 — еритроцити

Кров, яка витікає з невеликої рани, досить швидко згортається, утворюючи щільний кров'яний згусток — ***тромб*** (з грецьк. *корок, згусток*). ***Згортання крові*** — це захисна реакція організму, спрямована на зупинку кровотечі та запобігання потраплянню до організму через відкриту рану й судини хвороботворних мікроорганізмів.

Процес згортання крові складний і має багато стадій. У ньому беруть участь щонайменше 13 різних чинників плазми й формених елементів крові. Послідовність утворення тромбу така *(рис. 46)*:

- у процесі травмування порушується цілісність кровоносних судин *(травматичний фактор)*;
- стикаючись із шорсткими краями пошкодженої кровоносної судини або з чужорідною поверхнею, тромбоцити руйнуються, з них вивільняється фермент *тромбопластин*;
- у плазмі крові є неактивний фермент — *протромбін*, який утворюється в печінці (у його синтезі бере участь вітамін К). Під дією тромбо-

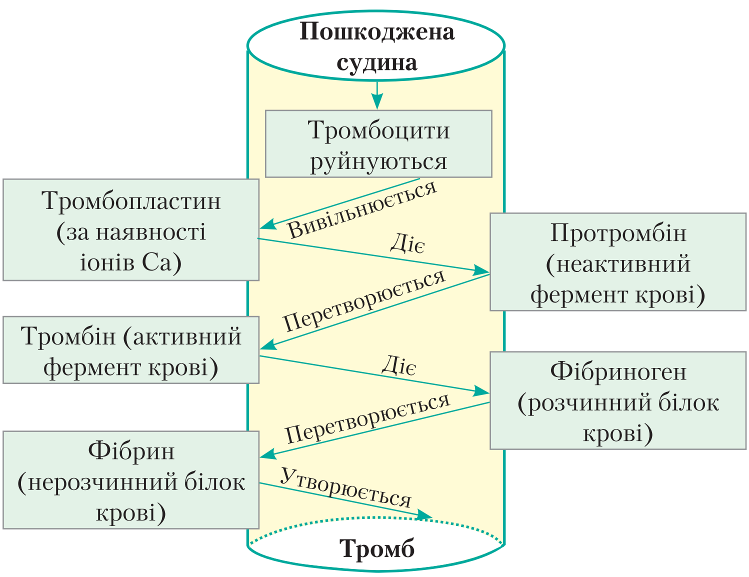


Рис. 46. Схематичне зображення послідовних етапів згортання крові

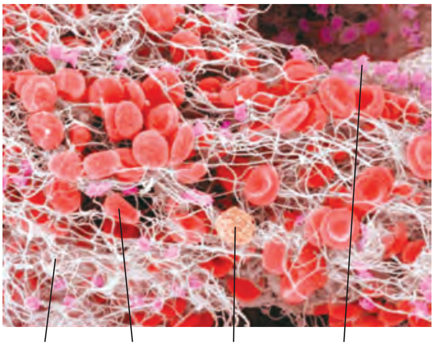


Рис. 47. Електронна мікрофотографія тромбу:

1 — нитки фібрину; 2 — еритроцити; 3 — лейкоцити; 4 — тромбоцити

пластину за наявності іонів *Кальцію*, що постійно є в плазмі крові, він переходить в активну форму — *тромбін*;

• тромбін діє на розчинний білок плазми *фібриноген* (з латин. *той, що створює волокна*), який також продукує печінка. Він перетворюється на нерозчинний волокнистий білок *фібрин* (з латин. *волокнистий*), який прикріплюється до країв пошкодженої судини;

• у нитках фібрину, які до того ще й поступово скорочуються, як у рибальській сітці, заплутуються формені елементи крові. Утворюється *тромб* — щільний «корок», який закупорює «дірку» в судині *(рис. 47)*. У нормі кров згортається за 3–4 хв.

Зміни в здатності крові до згортання. Здатність крові до згортання може зменшуватися, і тоді навіть незначне поранення може спричинити смерть людини. Причиною цього буває вироблення меншої кількості чинників згортання, наприклад тромбоцитів, протромбіну, фібриногену. Існує спадкова хвороба ***гемофілія***. Кров у таких хворих погано згортається, унаслідок чого вони іноді можуть навіть загинути від найменшої подряпини.

Здатність крові до згортання може збільшуватися. Причиною цього є деякі захворювання — ***атеросклероз*** і ***стресовий стан***, коли підвищується вміст деяких згортувальних чинників крові. Тоді в судинах, найчастіше в артеріях, утворюються тромби, які закривають їхній просвіт, припиняється живлення певної ділянки органа, виникає змертвіння. Якщо закупорюється артерія серця, трапляється ***інфаркт*** серцевого м’яза, якщо мозку — ***інсульт***: людина може стати нерухомою через параліч кінцівок, утратити мову.

Кровотеча й крововтрата. При пошкодженні судин (зовнішньому або внутрішньому) виникає ***кровотеча***.

Артеріальна кровотеча дуже сильна, бо в артеріях завжди високий тиск крові; яскраво-червона кров витікає пульсуючим струменем. Безумовно, що більше судина ушкоджена, то більше крові з неї витікає.

Венозна кровотеча — менш сильна, оскільки у венах кров’яний тиск порівняно невисокий; кров при цьому витікає безперервним струменем, має темно-червоне забарвлення.

Капілярна кровотеча виникає при подряпині або порізі, коли крові втрачається мало.

Якщо людина втрачає частину крові, це називається ***крововтратою***. Смертельною є втрата 50–60 % крові, або 2–2,5 л. При значних крововтратах через зниження тиску й зменшення кількості еритроцитів виникає задишка, запаморочення, слабкість, блідішає шкіра, виступає піт, пульс стає частим і слабким.

Домедична допомога при кровотечі. Щоб зупинити *артеріальну кровотечу*, потрібно притиснути пальцем артерію вище від місця поранення. Після повного припинення кровотечі накладають міцну пов'язку. Вона повинна мати такі шари, починаючи знизу: стерильна бинтова серветка (або чистий носовичок), шар вати (або м'якої тканини); круговий хід бинта (хустки або шматка тканини). Саморобний джгут накладають, застосовуючи різні підручні матеріали: шарф, хустку, тканину. Мотузку для цього не використовують, бо нею можна перетиснути нерви та м'язи. Гумовий джгут накладають вище від місця поранення, підкладаючи під нього валик із тканини. Тримати гумовий джгут можна не більше двох годин. У холодну пору року, а також дітям і людям похилого віку не можна накладати джуг більше ніж на годину. Щоб не допустити змертвіння кінцівки, при втраті чутливості від накладання джгута потрібно послабити його, поки чутливість не відновиться, а потім накласти знову.

Кровотечу також можна зупинити за допомогою закрутки, підняти поранену кінцівку догори, зафіксувати її в певному положенні.

Щоб припинити *венозну кровотечу*, досить накласти міцну пов'язку або джгут нижче від рани; *капілярну* — слабку пов'язку або прикласти міхур із льодом.

При *носовій кровотечі* посадіть людину, нахиливши її голову вперед; на ніс і перенісся прикладіть серветку або носовичок, змочені холодною водою; притисніть обидві половинки носа до носової перегородки на 10–15 хв; у цей час хворий повинен дихати ротом.

Думаємо, розуміємо, відповідаємо. **1.** Визначте взаємозв'язок будови та функцій лейкоцитів. **2.** Поясніть механізм фагоцитозу. Яке біологічне значення макрофагів? **3.** Поясніть біологічне значення здатності лейкоцитів самостійно рухатися до місця запалення. **4.** Визначте причини утворення гною. **5.** Поясніть механізм утворення тромбу. Обґрунтуйте біологічне значення цього явища. **6.** Визначте, де утворюється протромбін і тромбін. **7.** Де продукується розчинний білок фібриноген? Обґрунтуйте його біологічне значення. **8.** Чому згортання крові є захисною реакцією організму? **9.** Що відбувається, коли порушується здатність крові до згортання? **10.** Які види кровотеч ви знаєте? **11.** Назвіть заходи першої домедичної допомоги при кровотечах.

Самостійна робота з підручником. **1.** Поясніть походження слова *фагоцитоз*. **2.** Використовуючи текст параграфа, схематично намалюйте в зошиті етапи утворення тромбу.

Домашнє завдання. Опишіть будову та функції лейкоцитів і тромбоцитів. Визначте їх найважливіші особливості.

Це треба знати. Чому в здорової людини кров у судинах не згортається? Тому, що внутрішні стінки судин гладенькі, тромбоцити не руйнуються, з них не виходить тромбопластин. Організм здорової людини має речовини (вони утворюються в легенях і печінці), які запобігають внутрішньосудинному згортанню крові. Це так звані протизгортальні чинники крові. При атеросклерозі на внутрішній стінці судини з'являються шорсткі відкладення, що може спричинити утворення тромбу.

Лабораторна робота

ТЕМА. Мікроскопічна будова крові людини

МЕТА: навчитися виявляти взаємозв'язок будови та функцій формених елементів крові, зокрема еритроцитів.

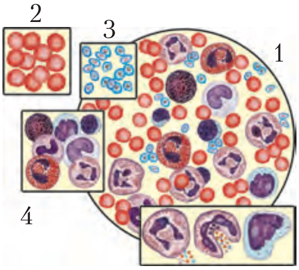


Рис. 48. Забарвлений мазок крові під мікроскопом (1):

2 — еритроцити;
3 — тромбоцити; 4 — різні види лейкоцитів;
5 — лейкоцити фагоцитують шкідливі бактерії

ОБЛАДНАННЯ ТА МАТЕРІАЛИ: мікроскоп, мікропрепарати — кров людини та жаби.

ХІД РОБОТИ

1. Підготуйте мікроскоп до роботи.

2. У незабарвленому мазку крові людини під мікроскопом розгляньте червоні еритроцити, лейкоцити й тромбоцити.

3. У забарвленому мазку крові людини, особливо при великому збільшенні, усі складові елементи крові видно краще. Порівняйте мікроскопічну картину з *рис. 48*. Як видно, лейкоцитів у мазку значно менше, аніж еритроцитів, вони більші від еритроцитів, мають ядра. Еритроцити ядер не мають.

4. На мікропрепараті розгляньте кров жаби при малому збільшенні мікроскопа. Зверніть увагу на наявність ядра в еритроцитах.

ВИСНОВОК

Обґрунтуйте взаємозв'язок будови еритроцитів людини з інтенсивністю обміну речовин і енергії.

§ 19 КРОВОТВОРЕННЯ. ГРУПИ КРОВІ ТА РЕЗУС-ФАКТОР. ПЕРЕЛИВАННЯ КРОВІ. ПЕРЕСАДЖУВАННЯ КІСТКОВОГО МОЗКУ

ОСНОВНІ ПОНЯТТЯ І ТЕРМІНИ: кровотворна система, червоний кістковий мозок, селезінка, групи крові, аглютинація, резус-фактор, переливання крові, донори, реципієнти.

Кровотворна система людини. Щодоби в організмі людини гине приблизно 300 млрд еритроцитів, 5 млн лейкоцитів і 250 млрд тромбоцитів. Однак при цьому в здорової людини склад крові залишається сталим, бо ці клітини постійно відновлюються завдяки червоному кістковому мозку, селезінці та лімфатичним вузлам *(рис. 49)*.

Червоний кістковий мозок заповнює луночки між перетинками в головках трубчастих кісток, губчастої речовини плоских кісток черепа, груднини, лопаток, хребців, ребер, тазових кісток. Він складається з первинних, або родоначальних, клітин, які в процесі дозрівання стають еритроцитами, лейкоцитами чи тромбоцитами.

Кров, яка тече судинами, постійно забирає дозрілі формені елементи до загального кров'яного русла. На випадок крововтрати швидко мобілізуються мільярди недозрілих клітин, які прискореними темпами перетворюються на дозрілі. Найшвидше відновлюються еритроцити.

Подразнення кісткового мозку за нестачі кисню в атмосфері, наприклад під час перебування високо в горах, викликає вироблення ним більшої, аніж звичайно, кількості еритроцитів, до того ж із підвищеним вмістом гемоглобіну. Це дає людям змогу жити в умовах високогір'я.

На кістковий мозок негативно впливають навіть незначні дози радіації та деякі хімічні речовини, які зменшують продукування клітин крові. При сильному ураженні радіацією, вірусами або хімічними чинниками кістковий мозок утрачає здатність продукувати зрілі клітини, і в кров людини потрапляють недозрілі клітини крові, нездатні виконувати свої функції.

Великі дози радіації спричиняють ***променеву хворобу***, коли червоний кістковий мозок може взагалі припинити продукування клітин крові.

Жировий *жовтий кістковий мозок* міститься в порожнині трубчастих кісток і не має кровотворної функції.

Селезінка розташована в лівому підребер'ї під діафрагмою *(рис. 49, 50)*. Вона продукує лімфоцити — захисні клітини крові; «сортує» клітини (ті, що постаріли, знищує, відкладаючи про запас молекули заліза зі старих еритроцитів, щоб потім віддати його кістковому мозку на побудову нових); затримує й знешкоджує хвороботворні віруси й мікроорганізми, що циркулюють у крові. Завдяки особливостям своєї будови селезінка може додатково вміщувати до 500 мл крові. Скорочуючись, вона віддає цю кров на потреби організму (наприклад, при фізичному навантаженні). Через це може виникати біль у лівому підребер'ї.

Групи крові та резус-фактор. Великі кровотечі й крововтрати можуть призвести до значних порушень здоров'я людини або навіть спричинити її смерть. У такому випадку потрібне переливання крові.

До початку XX ст. це було неможливим, будь-які спроби зробити переливання крові закінчувалися смертю хворого, аж доки в 1902 р. австрійський учений ***Карл Ландштейнер***, а потім чеський медик ***Ян Янський*** довели, що в людей існують чотири основні групи крові, які успадковуються від батьків за певними законами генетики. Існування груп крові пов'язане з тим, що в еритроцитах трапляються речовини білкової природи — аглютиногени (антигени) — двох типів: **A** і **B**, а в плазмі — аглютиніни **α** і **β**. У крові людини

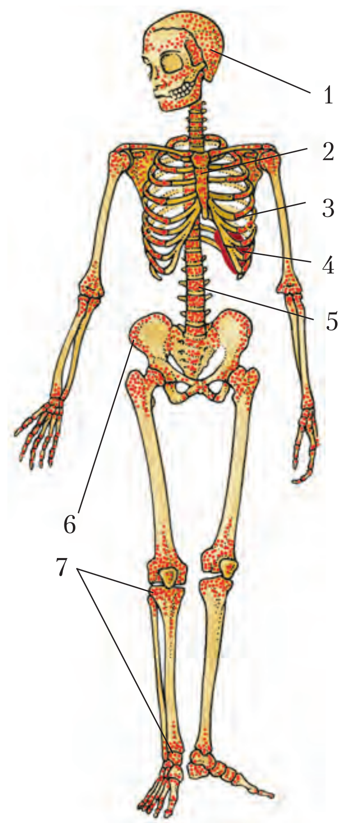


Рис. 49. Кровотворна система людини *(червоними цяточками позначено розташування червоного кісткового мозку)*:

1 — череп; 2 — груднина; 3 — ребра; 4 — селезінка; 5 — хребці; 6 — тазові кістки; 7 — головки трубчастих кісток

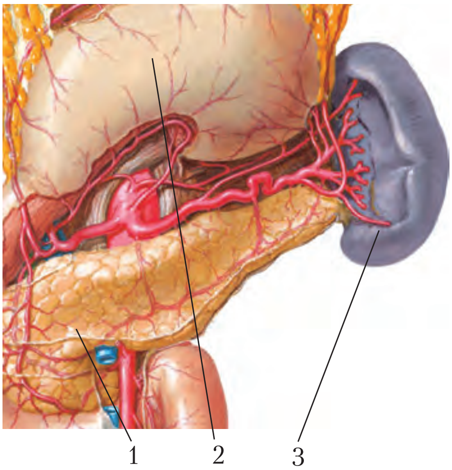


Рис. 50. Селезінка:
1 — підшлункова залоза; 2 — шлунок; 3 — селезінка

не може бути однойменних аглютинінів і аглютиногенів. При їхній зустрічі відбувається склеювання ***(аглютинація)*** еритроцитів і їхнє руйнування. Якщо в еритроцитах немає аглютиногенів, то в плазмі знаходяться аглютиніни **α** і **β** — це перша група крові — 0(І). Якщо в еритроциті є аглютиногени **А**, то в плазмі є аглютиніни **β** — це друга група — А(ІІ). Якщо в еритроциті є аглютиногени **В**, то в плазмі є аглютиніни **α** — третя група — В(ІІІ). І нарешті, якщо в еритроцитах знаходяться обидва аглютиногени, то в плазмі немає аглютинінів — це, відповідно, четверта група крові — АВ(IV). У Європі найчастіше трапляються перша (46 %) і друга (42 %) групи крові, рідше — третя (9 %) і найрідше — четверта (3 %).

Таблиця 2

Сумісність крові людей		
Група крові	**Може віддавати кров групам**	**Може приймати кров груп**
I	**I**, II, III, IV	**I**
II	**II**, IV	**II**, I
III	**III**, IV	**III**, I
IV	**IV**	**IV**, I, II, III

Кров однієї людини не завжди сумісна з кров'ю іншої. Для переливання використовують тільки таку кров, яку можна ввести в організм без шкоди для здоров'я. Бажано здійснювати переливання крові тієї ж самої групи, що й у хворого. Кожній людині треба знати, яка в неї група крові. Вона успадковується від батьків і не змінюється протягом життя *(див. табл. 2)*.

Під час переливання крові необхідно враховувати й ***резус-фактор*** (термін походить від назви макак резус, у яких уперше було його виявлено). Резус-фактор присутній у крові 85 % людей. Їх і їхню кров називають *резус-позитивними*, а решту людей і їхню кров — *резус-негативними*. Резус-фактор також є спадковим і незмінним протягом життя. Якщо в організм резус-негативної людини перелити резус-позитивну кров, то виникне ***резус-конфлікт***, який призведе до склеювання та загибелі еритроцитів. Резус-конфлікт може виникнути в резус-позитивного плоду, що розвивається в організмі резус-негативної жінки.

Переливання крові та її кровозамінників. Відкриття груп крові й можливості її переливання стало важливим засобом порятунку життя людей від наслідків великих кровотеч і крововтрат, під час складних хірургічних операцій, воєнних дій тощо.

Людину, якій переливають кров, називають ***реципієнтом*** (з латин. *той, хто отримує*). Людей, які дають свою кров для порятунку життя хворих, називають ***донорами*** (з латин. *дарувати*). Донором може бути кожна здорова людина віком 18–60 років. Без шкоди для здоров'я донор може здати одноразово 250–400 мл крові. Зазвичай, її здають не частіше одного разу на три місяці. Здоров'я донорів ретельно перевіряє лікар станції переливання крові. Ними не можуть бути люди, які часто вживають алкоголь, ВІЛ-інфіковані, хворі на туберкульоз, і ті, хто переніс хворобу Боткіна тощо.

Залежно від потреб хворих, переливають не тільки цільну кров, а і її складові: плазму, еритроцити, лейкоцити, тромбоцити. Успішні переливання крові врятували життя мільйонам людей. При отруєнні організму чи його зневодненні (тяжкий пронос, неспинне блювання) уводять стерильні кровозамінники — 0,9-процентний розчин кухонної солі (фізіологічний розчин, бо саме такою є концентрація NaCl у крові людини), 5-процентний розчин глюкози, штучні білкові та сольові рідини.

Пересаджування кісткового мозку. Переливання крові розраховане на тимчасову допомогу хворому. Проте трапляються тяжкі форми недокрів'я або інших хвороб (променева хвороба, злоякісні пухлини), за яких кістковий мозок неспроможний виконувати кровотворні функції. Тоді виникає потреба його пересаджування — ***трансплантації*** (з латин. *пересаджування*). Найскладніше — це підібрати реципієнту донора, оскільки треба подолати бар'єр несумісності тканин різних людей, які здебільшого відрізняються за білковою будовою. Це завдання надзвичайно складне через те, що організм відторгає чужорідну тканину. Тому тканини донора та реципієнта повинні мати якнайбільшу спорідненість. Хворому також призначають ліки, які запобігають відторгненню чужого кісткового мозку.

Думаємо, розуміємо, відповідаємо. **1.** У яких органах утворюються формені елементи крові? **2.** Поясніть механізм утворення формених елементів крові. **3.** Назвіть групи крові, поясніть, чим вони різняться між собою. **4.** Яке значення мають знання про групи крові та резус-фактор? **5.** Чому в людини протягом життя група крові не змінюється? **6.** Поясніть значення переливання крові та донорства. **7.** Коли виникає потреба пересаджування кісткового мозку? Які проблеми при цьому виникають?

Самостійна робота з підручником. Поясніть походження слів *аглютинація* та *трансплантація*.

Домашнє завдання. **1.** Використовуючи матеріал параграфа, накресліть схему «Групи крові». **2.** Використовуючи додаткову літературу, підготуйте повідомлення про відкриття груп крові та резус-фактора.

Це треба знати. У різних народів розподіл груп крові не однаковий. Наприклад, 80 % американських індіанців мають першу групу крові, 20 % — другу, а третя й четверта в них майже не трапляється. Вивчаючи групи крові циган у різних країнах, учені довели, що вони не є вихідцями з Єгипту, а походять від одного з індуських племен.

§ 20 СИСТЕМА ОРГАНІВ КРОВООБІГУ

ОСНОВНІ ПОНЯТТЯ І ТЕРМІНИ: будова органів кровообігу, велике та мале кола кровообігу, будова серця та кровоносних судин.

Загальна будова та значення системи кровообігу. ***Система кровообігу***, або ***кровоносна***, або ***серцево-судинна***, — це велика розгалужена транспортна система. Вона безперервно, протягом усього життя людини, розносить кисень, поживні речовини, гормони по організму, забираючи з клітин, тканин і органів відпрацьовані продукти обміну речовин, тобто здійснює гемодинаміку (рух крові в організмі). Отже, кровоносна система забезпечує: живлення організму, газообмін, звільнення його від продуктів обміну речовин і гуморальну регуляцію функціонування організму.

Кров рухається кровоносними судинами в основному завдяки скороченням серця. І шлях її в організмі такий: серце → артерії → капіляри → вени → серце.

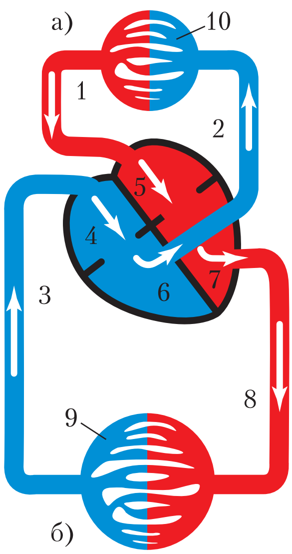


Рис. 51. Схема малого (а) і великого (б) кіл кровообігу:

1 — легеневі вени; 2 — легенева артерія; 3 — верхня й нижня порожнисті вени; 4 — праве передсердя; 5 — ліве передсердя; 6 — правий шлуночок; 7 — лівий шлуночок; 8 — аорта; 9 — капіляри великого кола кровообігу; 10 — капіляри малого кола кровообігу

Як бачимо, система кровообігу — це замкнена система. Вона складається з двох кіл кровообігу — великого та малого *(рис. 51)*. Їх уперше описав англійський учений ***Вільям Гарвей***.

Серце — порожнистий м'язовий орган. Його маса в дорослої людини становить 250–300 г. Серце розташоване в грудній порожнині й зміщене вліво від середньої лінії грудей. Воно міститься в навколосерцевій сумці, утвореній сполучною тканиною. На внутрішній поверхні навколосерцевої сумки виділяється рідина, яка зволожує серце й зменшує тертя під час його скорочень.

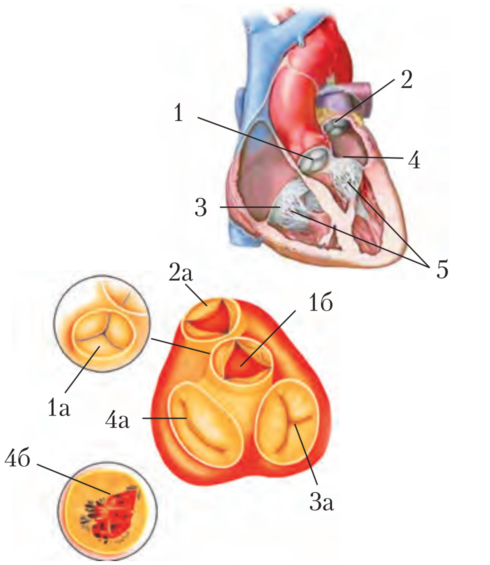
Будова серця відповідає властивій йому функції. Воно розділене суцільною перегородкою на дві частини — *ліву* й *праву*, а кожна з них розділена на два сполучених між собою відділи: *верхній* — передсердя й *нижній* — шлуночок. Отже, серце в людини, як і в усіх ссавців, чотирикамерне: воно складається з двох передсердь і двох шлуночків.

Стінки передсердь набагато тонші, аніж стінки шлуночків. Це пов'язано з тим, що робота, виконувана передсердями, порівняно невелика. Під час їхнього скорочення кров надходить у шлуночки, які виконують значно більшу роботу: вони проштовхують кров по всій довжині судин. М'язова стінка (міокард) лівого шлуночка товстіша від стінки правого шлуночка, бо вона здійснює більшу роботу. На межі між кожним передсердям і шлуночком є клапани у вигляді стулок, які сухожильними нитками прикріплені до стінок

серця. Це *стулкові клапани (рис. 52)*. Під час скорочення передсердь стулки клапанів звисають усередину шлуночків. Кров вільно проходить із передсердь у шлуночки. Коли скорочуються шлуночки, стулки клапанів піднімаються й закривають вхід у передсердя. Тому кров рухається лише в одному напрямку: від передсердь до шлуночків. З шлуночків вона виштовхується в судини.

При виході аорти й легеневої артерії з шлуночків серця розміщені *півмісяцеві клапани (рис. 52)*. Вони мають вигляд кишеньок, розміщених на внутрішніх стінках кровоносних судин. Коли кров виштовхується в аорту й легеневу артерію, півмісяцеві клапани притискуються до стінок судин. Коли шлуночки розслабляються, кров не може повернутися до серця через те, що, затікаючи в кишеньки, вона розтягує їх, і кишеньки щільно змикаються. Отже, півмісяцеві клапани забезпечують рух крові в одному напрямку — із шлуночків у артерії.

Рис. 52. Клапани серця:
1 — півмісяцевий клапан аорти (1 а — закритий, 1 б — відкритий); 2 — півмісяцевий клапан легеневої артерії (2 а — відкритий); 3 — тристулковий клапан (3 а — закритий); 4 — двостулковий (мітральний) клапан (4 а – закритий, 4 б — відкритий); 5 — сухожильні нитки



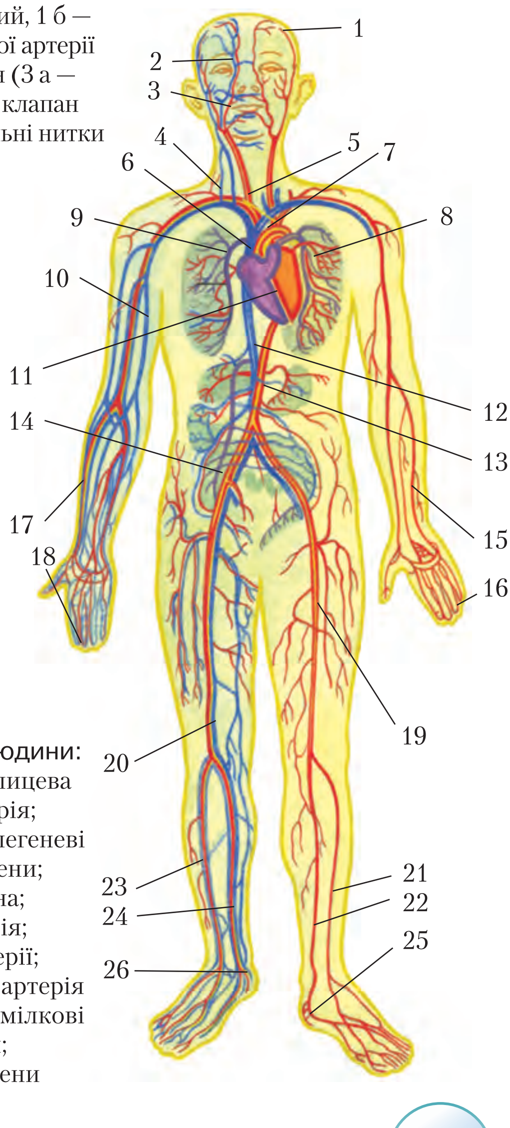


Рис. 53. Основні кровоносні судини тіла людини:
1 — скронева артерія; 2 — лицева вена; 3 — лицева артерія; 4 — яремна вена; 5 — сонна артерія; 6 — верхня порожниста вена; 7 — аорта; 8 — легеневі артерії; 9 — легеневі вени; 10 — плечові вени; 11 — серце; 12 — нижня порожниста вена; 13 — черевна аорта; 14 — клубова артерія; 15 — ліктьова артерія; 16 — пальцеві артерії; 17 — ліктьові вени; 18 — пальцеві вени; 19 — артерія стегна; 20 — стегнова вена; 21, 22 — великогомілкові артерії; 23, 24 — великогомілкові вени; 25 — підошовні артерії; 26 — підошовні вени

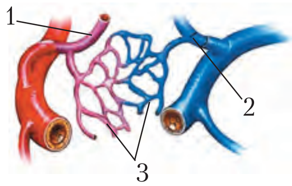


Рис. 54. Капілярна сітка:
1 — артеріола;
2 — венула; 3 — капіляри

Кровоносні судини. Усе тіло людини пронизане кровоносними судинами *(рис. 53)*. За своєю будовою вони неоднакові.

Артерії — це судини, якими кров рухається від серця. Вони мають міцні еластичні стінки, до складу яких входять гладенькі м'язи. Скорочуючись, серце викидає в артерії кров під великим тиском. Завдяки своїй щільності й пружності стінки артерій витримують цей тиск і розтягуються.

Великі артерії в міру віддалення від серця розгалужуються. Найдрібніші артерії *(артеріоли)* розпадаються на тонесенькі ***капіляри*** (з латин. *волосина*), яких в організмі людини приблизно 150 млрд *(рис. 54)*. Якби всі капіляри витягнути в одну лінію, то нею можна було б оперезати земну кулю по екватору два з половиною рази. Стінки капілярів утворені одним шаром плоских клітин. Речовини, розчинені в плазмі крові, проходять в тканинну рідину, а з неї потрапляють у клітини крізь ці стінки. Тим часом продукти життєдіяльності клітин проникають із тканинної рідини в кров крізь стінки капілярів.

Кров, що йде від капілярів, надходить у ***вени*** — судини, якими вона тече до серця. Тиск у венах невеликий, їх стінки значно тонші, аніж стінки артерій.

В організмі людини кров рухається двома замкнутими системами судин, з'єднаними із серцем, — по малому й великому колах кровообігу.

Мале коло кровообігу *(рис. 51, а)*. Венозна, бідна на кисень, кров потрапляє в праву частину серця. Скорочуючись, правий шлуночок викидає її в легеневу артерію. Двома гілками, на які ділиться легенева артерія, ця кров тече до легень. Там гілки легеневої артерії, розділяючись на дедалі дрібніші артерії, переходять у капіляри, що густо обплітають численні легеневі пухирці, у яких є повітря. Коли кров тече легеневими капілярами, до неї надходить кисень. Одночасно вуглекислий газ із крові переходить у повітря, що заповнює легені, тобто в капілярах легень венозна кров стає артеріальною. Потім вона збирається у вени, які, зливаючись одна з одною, утворюють чотири легеневі вени, які впадають у ліве передсердя.

Отже, ***мале коло кровообігу*** — це шлях крові від правого шлуночка до лівого передсердя. Час колообігу крові в ньому — 7–11 с.

Велике коло кровообігу *(рис. 51, б)*. Лівий шлуночок, скорочуючись, виштовхує артеріальну кров до аорти — найбільшої артерії людини. Від неї відгалужуються артерії, які подають кров у всі органи, зокрема в серце. Артерії в кожному органі поступово розгалужуються, утворюючи густі сітки дрібніших артерій і капілярів. З капілярів великого кола кровообігу до всіх тканин тіла надходять кисень і поживні речовини, а з клітин у капіляри переходить вуглекислий газ. При цьому кров перетворюється з артеріальної на венозну. Капіляри зливаються у вени, спочатку в дрібні, а потім у більші. З них уся кров збирається у дві великі порожнисті вени. Верхня порожниста вена несе в серце кров від голови, шиї, рук, а нижня порожниста вена — від усіх інших частин тіла. Обидві порожнисті вени впадають у праве передсердя.

Отже, ***велике коло кровообігу*** — це шлях крові від лівого шлуночка через артерії, капіляри та вени до правого передсердя. Час колообігу крові в ньому становить 20–25 с.

Венозна кров із правого передсердя надходить у правий шлуночок, з якого тече по малому колу кровообігу.

Думаємо, розуміємо, відповідаємо. **1.** Назвіть органи й відділи, з яких складається серцево-судинна система. **2.** Визначте біологічні функції серцево-судинної системи. **3.** Схематично відобразіть напрямок руху крові в серцево-судинній системі. **4.** Зробіть висновок, до якого типу належить кровоносна система людини. **5.** Порівняйте кровоносні системи риби, жаби й людини. **6.** Обґрунтуйте перевагу двох кіл кровообігу порівняно з одним колом. Обґрунтуйте переваги чотирикамерного серця. **7.** Визначте взаємозв'язок будови та функцій серця. **8.** На які камери поділяється серце? Поясніть їх функції. **9.** Визначте взаємозв'язок будови та функцій стінок серця. **10.** Поясніть значення клапанів серця для процесів кровообігу.

Домашнє завдання. Повторіть матеріал про будову кровоносної системи риб та амфібій. Позначте відділи кровообігу риби та жаби, поясніть їх функцію. Чому будову органів кровообігу людини можна вважати досконалішою?

§ 21 СЕРЦЕ: БУДОВА ТА ФУНКЦІЇ. РОБОТА СЕРЦЯ

ОСНОВНІ ПОНЯТТЯ І ТЕРМІНИ: насосна функція серця, автоматія, водій ритму, збудливість, провідність, скоротливість, коронарні судини, ЕКГ, робота серця, серцевий цикл, систола, діастола, ударний і хвилинний об'єми серця.

Основна функція серця, безумовно, — ***насосна***, пов'язана з послідовним скороченням передсердь і шлуночків. Правильна послідовність скорочень передсердь і шлуночків забезпечується іншими серцевими функціями (властивостями).

Здатність до автоматії (з грецьк. *самочинна дія*). Здатність серця ритмічно скорочуватися під впливом імпульсів, які виникають у серцевому м'язі, називається *автоматією серця*. У певних ділянках серцевого м'яза є скупчення особливих м'язових клітин або вузлів — *водіїв серцевого ритму (рис. 55)*, що самовільно (автоматично), починаючи з ембріонального періоду життя людини, виробляють електричні імпульси, під впливом яких ритмічно скорочується серце. Головним із них є вузол, розташований у правому передсерді. У нормі він визначає частоту серцевих скорочень. На частоту збудження цього вузла впливають вегетативна нервова й ендокринна системи.

Здатність до збудження *(збудливість)*. Кожна клітина серцевого м'яза збуджується, коли до неї надходить збуджувальний імпульс від головного водія ритму. Без цієї функції скорочення серця неможливе. Завдяки особливостям будови серцевого м'яза, який має надзвичайно багато зв'язків між клітинами, збудження миттєво охоплює якусь його частину, наприклад шлуночки, і вони скорочуються відразу всіма, а не окремими своїми волокнами.

Здатність проводити імпульс збудження від водія ритму до міокарда *(провідність)*. Серцевий м'яз у будь-якій своїй ділянці може проводити електричний імпульс, що виник у водієві ритму. Однак у серці є місця, де імпульс збудження проходить із надзвичайною швидкістю й миттєво досягає найвіддаленіших ділянок м'яза. Це *провідна система серця (рис. 55)*. Завдяки її нормальному функціонуванню обидва передсердя або шлуночки серця водночас охоплюються збудженням і тому одночасно скорочуються.

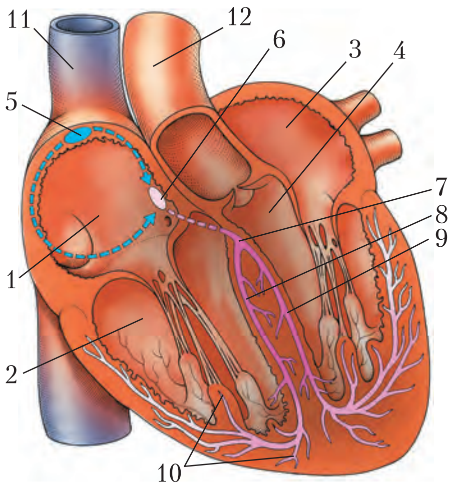


Рис. 55. Провідна система серця:

1 — праве передсердя; 2 — правий шлуночок; 3 — ліве передсердя; 4 — лівий шлуночок; 5 — синусопередсердний вузол; 6 — передсердношлуночковий вузол; 7 — загальна ніжка провідного пучка; 8 — права ніжка провідного пучка; 9 — ліва ніжка провідного пучка; 10 — кінцеві закінчення провідної системи; 11 — верхня порожниста вена; 12 — аорта

Електричні імпульси можна зареєструвати й графічно записати на *електрокардіографі*. ***Електрокардіограма*** (ЕКГ) відображає моменти збудження передсердь і шлуночків *(рис. 56)*.

Здатність до скорочення, або ***скоротливість***, — основна функція серцевого м'яза. Після збудження він скорочується синхронно обома передсердями або обома шлуночками й перекачує кров.

Міокард (з грецьк. *м'яз* і *серце, середній*) — це м'яз особливої будови, що має властивості як посмугованого, так і гладенького. За мікроскопічною будовою він нагадує скелетний м'яз, але його скорочення не контролюються свідомістю. Він змінює частоту, ритм і силу своїх скорочень тільки за наказами вегетативної нервової та ендокринної систем.

М'яз лівого шлуночка має товщину 10–15 мм. Це вдвічі або втричі перевищує товщину м'яза, який працює з меншим напруженням, ніж правий шлунок (5–7 мм). Товщина м'язів обох передсердь приблизно однакова — 3 мм.

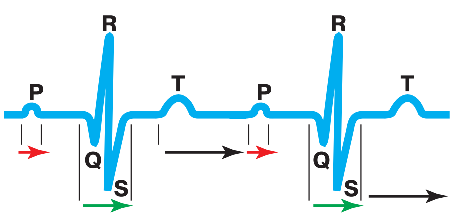


Рис. 56. Електрокардіограма

Збудження передсердь (виникнення зубця P)	Збудження шлуночків (виникнення зубців Q, R, S)	Відпочинок шлуночків (виникнення зубця T та прямої)

Серце, яке постачає кров'ю організм людини, також потребує постійного й значного постачання киснем і поживними речовинами. Для цього воно має дві *вінцеві*, або *коронарні* (з латин. *вінець*), артерії, через розгалуження яких за добу протікає 500 л крові *(рис. 57)*.

Робота серця. У спокійному стані серце людини скорочується приблизно

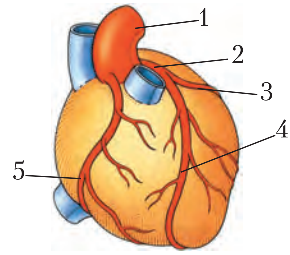


Рис. 57. Коронарні артерії:

1 — аорта; 2 — ліва головна коронарна артерія; 3 — ліва огинаюча артерія; 4 — ліва передня низхідна артерія; 5 — права коронарна артерія

60–85 разів за хвилину, або 100 тис. разів за добу, перекачуючи при цьому майже 10 т крові! Протягом року воно скорочується до 40 млн разів, перекачуючи 300–400 тис. т крові!

Поняття про серцевий цикл. Усі чотири камери серця періодично скорочуються. Крім скорочень, є ще періоди відпочинку. Послідовність скорочень і відпочинку серця називають *серцевим циклом*.

Серцевий цикл має таку послідовність *(рис. 58)*. У розслаблені передсердя одночасно надходить кров: у праве — венозна з порожнистих вен, у ліве — збагачена киснем артеріальна кров із легеневих вен. Передсердя поступово розтягуються кров'ю, що надходить до них. У міру заповнення кров'ю передсердь тиск у них збільшується й частина крові надходить у шлуночки. Водночас самовільно збуджується головний водій ритму в правому передсерді й передає імпульси до обох передсердь. Вони збуджуються та одночасно скорочуються (скорочення відділів серця називається *систолою* (з грецьк. *скорочення, стискання*) і виштовхують у шлуночки решту крові.

Імпульс збудження з передсердь швидко передається провідною системою до шлуночків і збуджує їх. Шлуночки одночасно скорочуються (настає їхня систола), тиск крові в них зростає, і це приводить до закривання передсердношлуночкових клапанів і відкривання півмісяцевих клапанів аорти та легеневої артерії. Під значним тиском і з великою швидкістю кров викидається із серця, надходить до цих судин і рухається далі великим і малим колами кровообігу.

Після скорочення м'язи шлуночків потребують відпочинку, у цей час вони відновлюють запаси енергії, витрачені на скорочення. Крім того, саме під час розслаблення серця — *діастоли* (з грецьк. *розширення*) — коронарні артерії заповнюються кров'ю.

Коли серце відпочиває, особливо на початку діастоли, тиск у шлуночках невеликий, а в аорті та легеневій артерії — високий. Через це кров за законами фізики плине туди, де тиск нижчий, тобто до шлуночків. При цьому вона заповнює кишеньки півмісяцевих клапанів, вони щільно затуляються, герметично відокремлюючи шлуночки від аорти

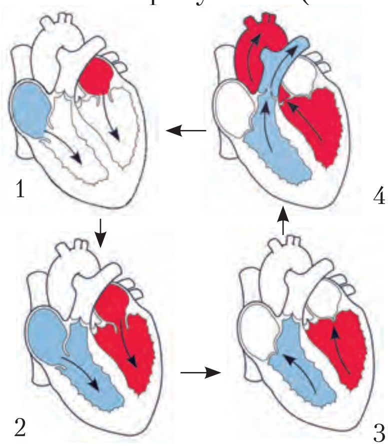


Рис. 58. Етапи серцевого циклу:
1 — загальне розслаблення серця *(відбувається наповнення кров'ю передсердь)*; 2 — систола передсердь *(шлуночки розслаблені)*; 3 — систола шлуночків *(стулкові клапани закриваються, а півмісяцеві відкриваються)*; 4 — продовження систоли шлуночків *(кров викидається до аорти й легеневої артерії)* і діастола передсердь

й легеневої артерії. У цей час передсердя знову заповнюються кров'ю, і серцевий цикл починається спочатку.

У нормі в стані спокою тривалість серцевого циклу — 0,7–0,8 с, із них на скорочення шлуночків припадає 0,3–0,35 с, а на їх відпочинок — 0,4–0,5 с.

Повернення крові до серця відбувається за рахунок залишкової сили, наданої їй під час виштовхування з нього, і присмоктувальної сили грудної клітки, що в нормі має негативний (щодо атмосферного) тиск. Важливим чинником повернення крові до серця є також скорочення скелетних м'язів, які ще називають *периферичними серцями*. Коли людина рухається, скелетні м'язи скорочуються й стискають вени кінцівок і тулуба, проштовхуючи з них кров у напрямку до серця. Вени мають клапани, що запобігають зворотному рухові крові по судині *(рис. 59)*.

Люди, які ведуть малорухливий спосіб життя й не тренують своє тіло, можуть страждати на *серцеву недостатність*. Адже вони позбавляють своє серце допомоги з боку скелетних м'язів.

Насосна функція серця. Головним результатом роботи серця є ефективне викидання достатньої кількості крові з шлуночків у велике та мале кола кровообігу для забезпечення органів і тканин киснем і поживними речовинами в різних умовах життя людини.

У стані фізичного й емоційного спокою при частоті серцевих скорочень *(ЧСС)* 60–85 ударів за хвилину (у дорослої людини) під час одного скорочення кожний шлуночок викидає 65–75 мл крові — це *ударний об'єм крові (УОК)*. Важливим показником насосної функції серця є *хвилинний об'єм крові (ХОК)*, що також однаковий для обох шлуночків. Його визначають за формулою:

ХОК = ЧСС × УОК

У стані фізичного й емоційного спокою за нормальної частоти серцевих скорочень й ударного об'єму крові хвилинний об'єм крові дорівнює 4–5 л за хвилину.

Під час фізичного напруження (меншою мірою — емоційного) хвилинний об'єм крові збільшується й може досягати 25–30 л.

У нетренованих людей хвилинний об'єм крові зростає завдяки збільшенню частоти серцевих скорочень. Такий режим роботи серця неекономний, бо потребує великих енергетичних витрат. У тренованої людини частота серце-

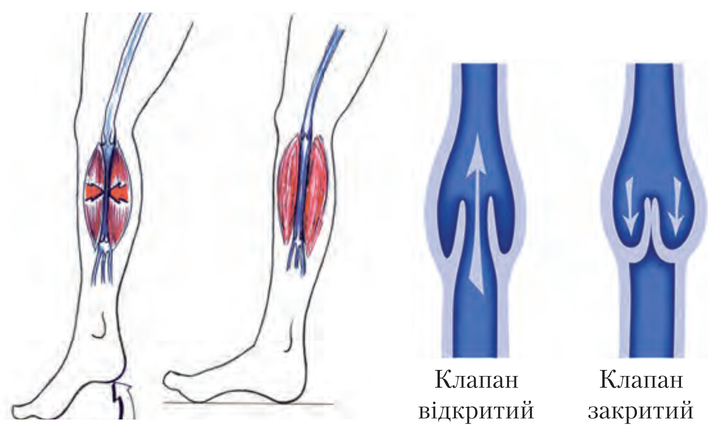


Рис. 59. Просування крові по венах до серця за рахунок скорочення скелетних м'язів і роботи венозних клапанів

вих скорочень також збільшується, але хвилинний об'єм крові в основному підвищується за рахунок економнішого, з погляду енерговитрат, механізму — підвищення сили серцевих скорочень, тобто ударного об'єму крові.

Під час напруженого фізичного навантаження ударний об'єм крові може зростати до 100–120 мл, а частота серцевих скорочень — до 150–200 ударів за хвилину.

У людей із хворим серцем порушується його насосна функція: зменшується сила скорочень міокарда, ударний і хвилинний об'єми. Виникає ***серцева недостатність*** — стан нездатності серця забезпечити відповідне кровопостачання органів і тканин.

Це треба пам'ятати! Тренування поліпшує скоротливу функцію серця.

Регуляція роботи серця. Робота серця змінюється рефлекторно за участю вегетативної нервової системи. Імпульси, що надходять до нього по парасимпатичних нервах, послаблюють і сповільнюють скорочення, а ті, які надходять по симпатичних нервах, навпаки, посилюють і прискорюють серцеві скорочення.

Гуморальна регуляція роботи серця пов'язана з дією гормона надниркових залоз — адреналіну, солями кальцію та іншими речовинами, що посилюють і прискорюють скорочення серця. Протилежно впливають на його роботу солі калію та деякі біологічно активні речовини.

Нервова й гуморальна регуляції забезпечують дуже точне пристосування роботи серця до умов навколишнього середовища. Наприклад, під час фізичної роботи імпульси від рецепторів, що є в м'язах і сухожиллях, надходять до центральної нервової системи, яка регулює його роботу. Це посилює потік імпульсів до серця по симпатичних нервах. Одночасно збільшується вміст адреналіну в крові. Частота й сила скорочень серця зростають, отже, задовольняється потреба м'язів у кисні та поживних речовинах.

Думаємо, розуміємо, відповідаємо. **1.** Визначте місце та функції серця в серцево-судинній системі. **2.** Визначте особливості будови міокарда. **3.** Поясніть функцію серцевих клапанів у різних фазах серцевого циклу. **4.** Які судини забезпечують кровопостачання серця? **5.** Дайте визначення поняття «серцевий цикл». **6.** Що забезпечує безперервну роботу серця? **7.** Які процеси відбуваються в період систоли та діастоли? Обґрунтуйте відповідь. **8.** Поясніть механізм повертання крові до серця. **9.** Що є основним показником ефективності насосної функції серця? **10.** Який механізм регуляції роботи серця?

Самостійна робота з підручником. **1.** Обґрунтуйте значення фізичних навантажень для нормального функціонування серця. **2.** Поясніть, які зміни відбуваються в діяльності серця під час фізичних навантажень.

Домашнє завдання. **1.** Намалюйте в зошиті *(схематично)* серце та позначте його відділи й утвори, а також напрямок руху крові в серці. **2.** Опишіть фази серцевого циклу у формі таблиці.

Це треба знати. Серце — орган, який починає працювати першим ще в організмі зародка, а вмирає — останнім. Давньогрецький мислитель Арістотель вивчав розвиток курячого зародка. У яйці, що лише одну добу пролежало під квочкою (курчатко розвивається в яйці понад три тижні), він побачив пульсуючу точку. Учений не міг приховати свого хвилювання й вигукнув: «Живе в живому!» Він зрозумів, що це є зачаток пульсуючого серця. Набагато пізніше вчені встановили, що пульсуюча точка є скупченням клітин майбутнього серця.

§ 22 РУХ КРОВІ ТА ЛІМФИ ПО СУДИНАХ

ОСНОВНІ ПОНЯТТЯ І ТЕРМІНИ: артерії, артеріоли, артеріальний пульс, артеріальний тиск, капіляри, вени, венули, лімфатичні судини, лімфатичні вузли.

Артерії. Як ми вже знаємо (див. *§ 20*), кров із шлуночків серця продовжує свій шлях по артеріях великого й малого кіл кровообігу.

Артерії не тільки є провідниками, а й активно регулюють обсяг кровопостачання органів (завдяки симпатичній іннервації гладеньких м'язів їх стінок). Наприклад, найменші з них — *артеріоли* — за потреби розширюються, аби краще постачати кров до органу, який напружено працює, або трохи зменшують свій просвіт в органі, який перебуває в спокої.

Артеріальний пульс. Якщо промацати велику артерію на периферії тіла *(рис. 60)*, можна відчути, що вона ритмічно коливається в такт скороченням серця. Ці коливання називаються *артеріальним пульсом* (з латин. *удар, поштовх*). Вони зумовлені розтягуванням стінок аорти кров'ю, яку виштовхує лівий шлуночок серця. З певною швидкістю ці коливання поширюються по всій артеріальній системі, згасаючи біля капілярів.

Кожний удар пульсу в нормі відповідає одному скороченню серця. У дорослої людини воно скорочується 60–85 разів за хвилину. Частота пульсу залежить від стану вегетативної та центральної нервової систем.

Пульс характеризують його ритмічність, частота, а також наповнення. Останнє залежить від кількості крові, яку викидає лівий шлуночок. При зомлінні хворого, стані непритомності, коли різко падає тиск, пульс стає слабким і його майже неможливо промацати.

Артеріальний тиск. Кров рухається по артеріях із певним тиском, що дуже важливо для обміну речовин між нею та клітинами й тканинами. У головну артерію — *аорту* — кров із лівого шлуночка потрапляє під великим тиском (максимальним, або *систолічним*), у нормі — 130 мм рт. ст., у легеневу артерію правий шлуночок виштовхує кров із значно меншим тиском — 25 мм рт. ст. Під час розслаблення серця артеріальний тиск зменшується (мінімальний, або *діастолічний*), однак ніколи не падає до

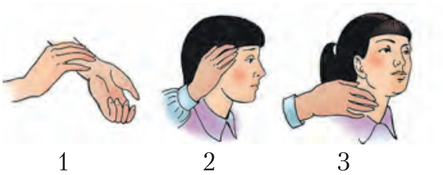


Рис. 60. Місця промацування пульсу: 1 — на променевій артерії; 2 — на скроневій артерії; 3 — на сонній артерії

нуля й становить в аорті та великих артеріях великого кола кровообігу 70–80 мм рт. ст., а в легеневій — 10 мм рт. ст.

Кров'яний тиск у артеріях знижується в міру віддалення їх від серця. Там, де артерії переходять у капіляри, він падає до 20–30 мм рт. ст. Різниця (перепад) кров'яного тиску на різних ділянках артеріальної системи забезпечує просування ними крові від серця до органів і тканин.

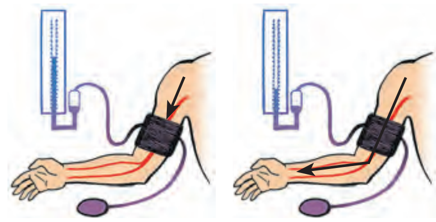


Рис. 61. Вимірювання артеріального тиску на плечовій артерії

Артеріальний тиск у людини вимірюють на плечовій артерії спеціальним приладом — *тонометром (рис. 61)*. У ній кров'яний тиск у нормі становить 110/70 — 120/80 мм рт. ст.

Фізіологічні механізми та регуляція артеріального тиску. Збудження симпатичної нервової системи (що супроводжується підвищенням концентрації адреналіну в крові) підвищує артеріальний тиск, а збудження парасимпатичної — знижує його.

У здорової людини артеріальний тиск сталий. Він може зростати при значному фізичному чи емоційному напруженні. Однак іноді надмірні, навіть позитивні емоції можуть спричинити різке зниження артеріального тиску. Тоді людина непритомніє.

Аби підтримувати артеріальний тиск на сталому рівні, в організмі здорової людини діють спеціальні пристосувальні механізми. Вищими центрами такої регуляції є гіпоталамус і судинно-руховий центр довгастого мозку, один із відділів якого відповідає за підвищення артеріального тиску, а інший — за його зниження. На діяльність цих центрів впливає й кора великих півкуль головного мозку.

Рух крові капілярами. Наближаючись до тканин, артерії розгалужуються на все дрібніші й дрібніші артерії — артеріоли, які переходять у капіляри (див. *§ 20; рис. 54*). Крізь стінки капілярів відбувається найважливіший життєвий процес — постачання клітин і тканин киснем і поживними речовинами та видалення з них відпрацьованих, а тому непотрібних продуктів обміну речовин і вуглекислого газу. Цьому сприяє дуже низька швидкість руху крові капілярами.

Як ми вже знаємо, посередником цього обміну є міжклітинна рідина (див. *§ 17*). Стінки капілярів проникні для кисню та вуглекислого газу, різних розчинених у крові поживних речовин, лейкоцитів і непроникні — за звичайних умов для еритроцитів, тромбоцитів і білків плазми *(рис. 62)*.

Кисень, поживні речовини, мінеральні солі та вода переходять шляхом дифузії та осмосу з капілярів до міжклітинної рідини, а потім до клітин. Відпрацьовані продукти обміну речовин, надлишок солей і води потрапляють в основному до лімфатичних капілярів, а вуглекислий газ дифундує до кровоносних капілярів.

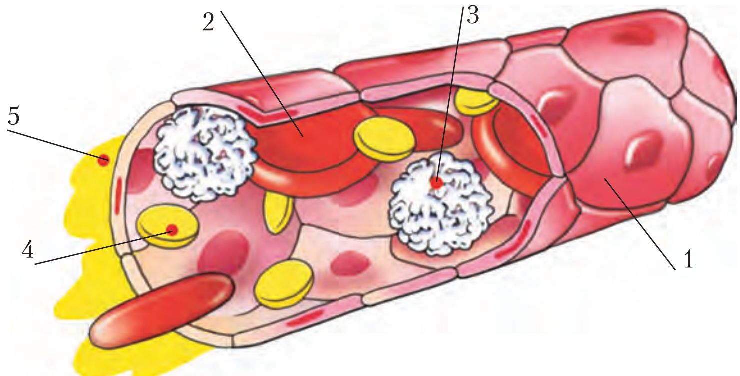


Рис. 62. Будова капіляра та співвідношення його розміру з розмірами формених елементів крові:

1 — епітеліальні клітини, з яких утворюється стінка капіляра; 2 — еритроцит; 3 — лейкоцит; 4 — тромбоцит; 5 — міжклітинна рідина

Кількість капілярів є надзвичайно великою. Їх загальна площа в організмі людини становить приблизно 1500 га. На цій поверхні товщиною 7–8 мкм знаходиться всього 250 мл (одна склянка) крові.

Це треба пам'ятати! Капіляри відкрив понад 300 років тому італійський анатом, фізіолог, лікар ***Марчело Мальпігі.*** Побачивши під мікроскопом капіляри та кровообіг у них, він сказав: «Істинно незвичне й велике я бачу своїми очима!»

Рух крові венами. Забравши з міжклітинної речовини продукти життєдіяльності клітин і вуглекислий газ, капіляри зливаються спочатку в невеличкі (їх називають *венулами*), а потім у більші вени.

На відміну від артерій, стінки вен мають незначний прошарок гладеньких м'язових волокон і не можуть активно проштовхувати кров до серця. Тому вона повільно, зі швидкістю 0,05–0,1 м/с, просувається вгору венами нижніх і верхніх кінцівок, переважно завдяки скороченням скелетних м'язів (див. *§ 21; рис. 59*).

Завдяки невеличкому прошарку гладеньких м'язових волокон і наявності еластичних волокон стінкам вен властива значна розтяжність. Тож вони можуть уміщувати (депонувати) багато крові.

Тиску, утвореного під час скорочення шлуночків серця й переданого артеріям (залишковий тиск), венам уже не вистачає. Через це тиск у них дуже низький — усього 2–5 мм рт. ст. А вени, що розміщуються біля грудної порожнини та шиї в момент вдиху, взагалі мають від'ємний щодо атмосферного тиск, що сприяє поверненню крові до серця.

Лімфатична система складається приблизно із 700 лімфовузлів і лімфатичних судин різних розмірів. На відміну від кровоносних судин, якими кров притікає до органів або відтікає від них, лімфатичні судини слугують лише для відтоку лімфи. Тому вони є начебто дренажною системою, що видаляє надлишок міжклітинної рідини (*рис. 63*).

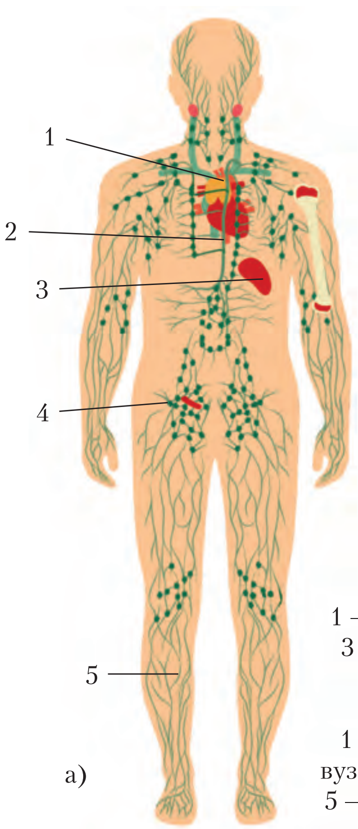
Основні функції лімфатичної системи такі: рознесення жирів по всьому організму; забезпечення гомеостазу (сталості складу крові й міжклітинної рідини); звільнення організму від різних сторонніх часток.

Лімфатичні капіляри пронизують усі органи та тканини і є основою лімфатичної системи. У них збирається лімфа, яка поступово надходить через внутрішньоорганні лімфатичні сплетіння та відвідні ***лімфатичні судини*** до головної ***грудної лімфатичної протоки***, яка впадає в нижню порожнисту вену. У лімфатичних судинах є кишенькові клапани, як у венах. Рух лімфи до серця відбувається за рахунок скорочення скелетних м’язів і діафрагми.

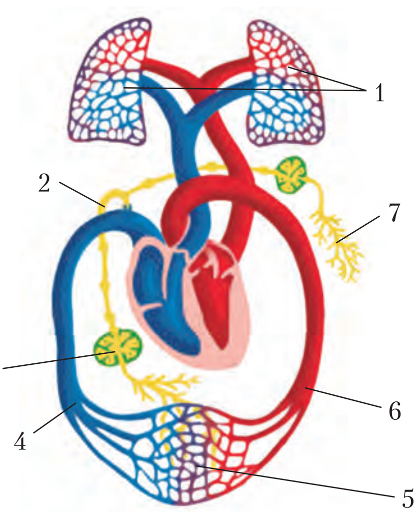
Лімфатичні вузли *(рис. 63, 64)* — «біологічні фільтри», які на певних ділянках тіла переривають плин лімфи в лімфатичних судинах. Кожен із них пропускає крізь себе лімфу з певної ділянки тіла, затримуючи віруси, бактерії, пухлинні клітини, тобто виконує очисну функцію. Беручи «удар» на себе, лімфатичні вузли можуть запалюватися, що проявляється їхнім збільшенням, болісністю.

Малорухливий спосіб життя супроводжується застійними процесами в лімфатичній системі. Це може викликати набряки тканин і веде до накопичення в організмі шкідливих продуктів обміну речовин.

Це треба пам’ятати! Якщо ви помітили, що ваші лімфатичні вузли збільшилися (наприклад, на шиї), негайно зверніться до лікаря!



а)



б)

Рис. 63. Лімфатична система людини:

а) загальна схема лімфатичної системи:
1 — вилочкова залоза; 2 — грудна лімфатична протока; 3 — селезінка; 4 — лімфатичні вузли; 5 — лімфатичні судини;
б) зв’язок лімфатичної системи з кровоносною:
1 — легені; 2 — лімфатична судина; 3 — лімфатичний вузол; 4 — вени, які переносять кров з тканини до серця; 5 — тканини організму; 6 — артерії, які переносять кров із серця до тканини; 7 — лімфатичний капіляр

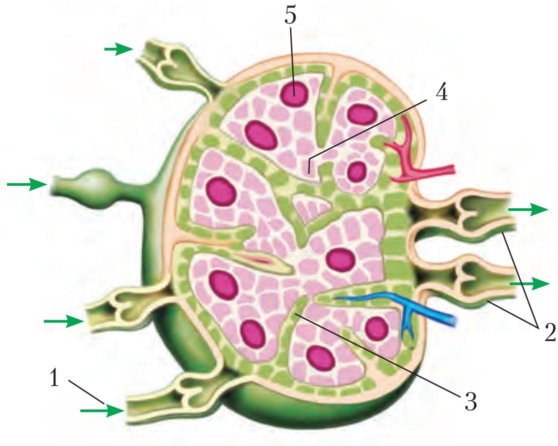


Рис. 64. Лімфатичний вузол у розрізі:

1 — приносні лімфатичні судини з кишеньковими клапанами;
2 — виносні лімфатичні судини з кишеньковими клапанами;
3 — внутрішні лімфатичні протоки;
4 — внутрішній мозковий шар, у якому накопичені Т-лімфоцити;
5 — фолікули (пухирці) кіркового шару, у якому накопичені В-лімфоцити

Думаємо, розуміємо, відповідаємо. **1.** Які судини входять до складу артеріальної системи? **2.** Поясніть механізм руху крові по артеріях. Поясніть, чим визначається рівень артеріального тиску. **3.** Завдяки чому артерії витримують досить великий тиск крові? **4.** Визначте функцію гладеньких м'язів артерій. **5.** Завдяки чому утворюється артеріальний пульс? **6.** Назвіть чинники, які порушують сталість артеріального тиску. **7.** Поясніть механізми регуляції артеріального тиску. **8.** Поясніть особливості руху крові в капілярах. **9.** Розкажіть про особливості будови вен. Поясніть функцію «периферичних сердець». **10.** Поясніть особливості будови лімфатичних судин. **11.** Розкрийте зв'язок між будовою та функціями лімфатичних вузлів.

Самостійна робота з підручником. **1.** Обґрунтуйте, яке практичне значення має вміння рахувати пульс і визначати артеріальний тиск. **2.** Порівняйте будову стінок артерій, вен, капілярів і лімфатичних судин. З'ясуйте ознаки їхньої подібності та відмінності. Як це позначається на їх функціях?

Запитання для допитливих. **1.** Що є причиною безперервного руху крові кровоносними судинами? **2.** Поясніть, чому в штангіста, коли він піднімає штангу, або в співака, коли він голосно бере верхню ноту, набрякають шийні вени.

Домашнє завдання. Розгляньте *рис. 60* і, стоячи перед дзеркалом, визначте в себе місця вимірювання артеріального пульсу. Виміряйте артеріальний пульс тим способом, якому ви навчилися на уроці, у себе та в членів своєї родини. Користуючись текстом параграфа, укажіть, якими судинами кров рухається найповільніше. У чому полягає значення цього явища? Запишіть відповідь у зошит.

Це треба знати. Відомо, що тільки половина крові циркулює кровоносними судинами, решта знаходиться в кров'яних «депо»: у печінці (20 % усієї крові), селезінці (16 %) і шкірі (10 %). За потреби (наприклад, при посиленій м'язовій роботі, крововтраті) кров викидається з «депо» до кровоносних судин.

Лабораторне дослідження

ТЕМА. Вимірювання частоти серцевих скорочень

МЕТА: навчитися знаходити пульс на різних ділянках тіла та визначати частоту серцевих скорочень.

ОБЛАДНАННЯ ТА МАТЕРІАЛИ: таблиці, малюнки, секундомір або годинник із секундною стрілкою.

ХІД РОБОТИ

1. Розгляньте в підручнику *рис. 60* «Місця промацування пульсу».

2. Знайдіть у себе на тілі ділянки, де артерії розташовані близько до поверхні тіла. Намацайте пульс на променевій артерії, сонній артерії, скроневій артерії. Порівняйте почуте.

3. Намацайте пульс на променевій артерії. Засічіть час і протягом 30 с підраховуйте пульс. Дані помножте на 2 й визначте частоту серцевих скорочень.

4. На основі отриманих даних зробіть записи: Моя ЧСС у спокої_____.

ВИСНОВОК

Обґрунтуйте практичне значення вміння визначати частоту серцевих скорочень.

§ 23 ЗАХВОРЮВАННЯ СЕРЦЕВО-СУДИННОЇ СИСТЕМИ ТА ЗАПОБІГАННЯ ЇХ ВИНИКНЕННЮ

ОСНОВНІ ПОНЯТТЯ І ТЕРМІНИ: здорове, треноване, нетреноване й хворе серце, правила тренування серцевого м’яза, інфаркт міокарда.

Здорове, треноване та нетреноване й хворе серце. Великим пропагандистом здорового способу життя, тренування скелетних м’язів і м’язів серця був український лікар-хірург ***Микола Амосов*** (1913–2002), який запропонував нові методи хірургічного лікування легенів і серця. Уперше у світі він винайшов штучні протези серцевих клапанів, що не викликали згортання крові, розробив апарат штучного кровообігу, уперше в нашій країні виконав протезування мітрального клапана серця.

Здорове серце буває в людини, яка веде раціональний спосіб життя. У стані спокою воно викидає 4–5 л крові за хвилину, а при фізичному навантаженні — до 20 л. Здорове серце завжди має резерв (певний коефіцієнт) витривалості.

Нетреноване серце має людина, яка веде малорухливий спосіб життя. Воно може забезпечити нормальний викид крові тільки в стані спокою, а за будь-якого навантаження не здатне задовольнити потреби організму. Наприклад, у спокої таке серце так само, як і здорове, здатне викинути 4 л крові за хвилину, але при фізичному навантаженні замість 20 — усього 6 л.



Микола Амосов

Це треба пам’ятати! Нетреноване серце — це дуже небезпечно.

Хворе серце — це таке, яке внаслідок різних захворювань клапанів, серцевого м'яза, коронарних артерій не здатне викидати потрібну кількість крові навіть у стані спокою (2–3 л замість 4–5). Тканини людини з хворим серцем не отримують достатньої кількості кисню навіть у спокої, а будь-яке фізичне навантаження може спричинити смерть від серцевої недостатності.

Треноване серце — це коли людина постійно тренує своє тіло, її серце може забезпечити нормальний викид крові навіть за умов найважчих фізичних або емоційних навантажень. Завдяки фізичним вправам м'язи серця збільшуються за об'ємом (робоча гіпертрофія), у них накопичується багато речовин (скорочувальних білків, АТФ), які підсилюють їхні скорочення.

При інтенсивному фізичному навантаженні таке серце збільшує силу своїх скорочень і викидає достатню для організму кількість крові без надмірного напруження та економно — не за рахунок виснажливого збільшення частоти серцевих скорочень, а, в основному, їхньої сили (тобто за рахунок збільшення ударного об'єму крові).

Правила тренування серцевого м'яза. Тренуватися необхідно протягом усього життя, починаючи з легких вправ, поступово переходити до важчих. Чому саме так?

Раптове перевантаження серця в нетренованої людини може призвести до тяжких ускладнень, навіть до розвитку інфаркту міокарда й серцевої недостатності. У 14–16-річних юнаків і дівчат співвідношення маси серця до тіла менше, аніж у дорослої людини, тому воно може не витримати великого навантаження в разі перетренування навіть у такому віці.

Тренувальними заходами є ранкова гімнастика, ходьба, біг, заняття фізкультурою на уроках, спортивні ігри — теніс, волейбол, футбол тощо. Інші види спорту також корисні для організму, але перед тим, як серйозно зайнятися ними, треба обстежитися в лікаря.

Під час тренування потрібно контролювати частоту пульсу: вона не повинна перевищувати 150 ударів за хвилину. Якщо частота пульсу більша, виконання вправи треба припинити. У той же час, якщо ЧСС при виконанні фізичних вправ буде нижча 90 ударів на хвилину, то таке тренування буде неефективним і не забезпечить тренування серцевого м'яза.

Усі фізичні вправи треба робити на свіжому повітрі або в добре провітреному приміщенні!

Хвороби серця та запобігання їх виникненню. Не тільки малорухливий спосіб життя, а й інші причини можуть призвести до захворювань серця. Це — куріння, уживання алкоголю, наркотиків, переїдання, часті нервування (стрес), запальні процеси в організмі.

Найчастішим і найнебезпечнішим захворюванням серця є ***інфаркт міокарда*** — змертвіння частини серцевого м'яза внаслідок припинення плину крові в ділянці вінцевої артерії *(рис. 65)*.

Гіпертонічна хвороба — це хвороба неправильного способу життя, бо її спричиняють малорухливість, особливо в людей, які займаються напруженою розумовою працею (математики, програмісти, учителі, диспетчери

залізниць та аеропортів), куріння, переїдання, недосипання. Основною її ознакою є підвищення (майже постійне), іноді до дуже високого рівня, артеріального тиску, погіршення кровопостачання внутрішніх органів, виникнення розривів артерій або їхні тромбози. Ураховуючи ускладнення, що виникають на тлі гіпертонічної хвороби (інфаркт, інсульт), при її виникненні необхідно обов'язково звернутися до лікаря.

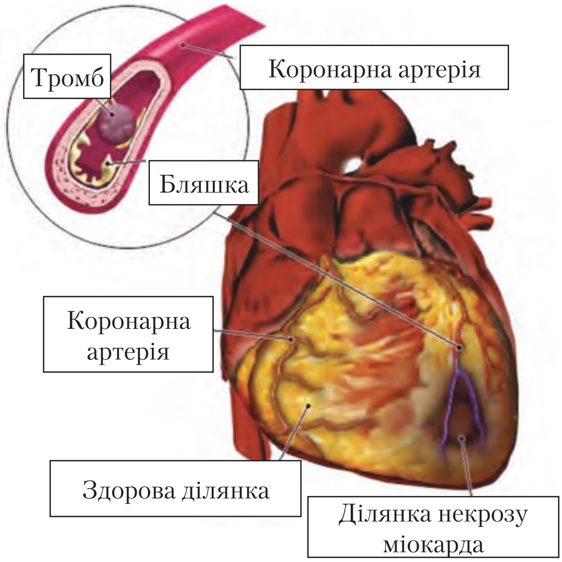


Рис. 65. Інфаркт міокарда

Знижують артеріальний тиск відвари деяких лікарських рослин: глоду, барвінку, собачої кропиви, чорноплідної горобини, меліси. У той же час найбільш ефективним методом лікування є здоровий спосіб життя.

Артеріальна гіпотонія — стан стійкого зниження артеріального тиску внаслідок постійного розширення артеріол. Вона часто спостерігається в підлітковому та юнацькому віці. Її причиною можуть бути гіподинамія, недостатнє харчування, різні зловживання. Проявляється гіпотонія загальною слабкістю, кволістю, запамороченнями, пригніченим настроєм. Профілактика артеріальної гіпотонії та гіпертонії передбачає перебування на свіжому повітрі, виконання фізичних вправ, раціональне харчування, дотримання правильного способу життя, режиму праці та відпочинку, позбавлення від шкідливих звичок.

Атеросклероз називають *іржею життя*, бо він руйнує стінки артерій. Причини його виникнення ті самі, що й під час гіпертонічної хвороби, а також зловживання тваринними жирами, куріння. Розвиток атеросклерозу розпочинається з підвищення вмісту жиру та холестерину (жироподібної речовини) у крові. Ці речовини проникають у стінку артерії й, поступово відкладаючись у ній, утворюють ***атеросклеротичну бляшку***. Вона складається з жирового ядра та фіброзної покришки. Бляшки зумовлюють потовщення стінок артерій, звуження просвіту судини та погіршення кровообігу *(рис. 66)*. Перекриваючи просвіт коронарної судини, бляшка погіршує кровопостачання міокарда й викликає його ішемію. Атеросклеротична бляшка може стати причиною утворення тромбу в середині судини — тобто викликає інфаркт міокарда.

Профілактика атеросклерозу така сама, як і гіпертонічної хвороби.

Куріння й стан артерій. Нікотин спричиняє сильний спазм і звуження судин, стимулюючи розвиток атеросклерозу. Окрім того, від куріння може виникнути тяжка хвороба — ***склероз артерій***, за якої зростаються їхні стінки.

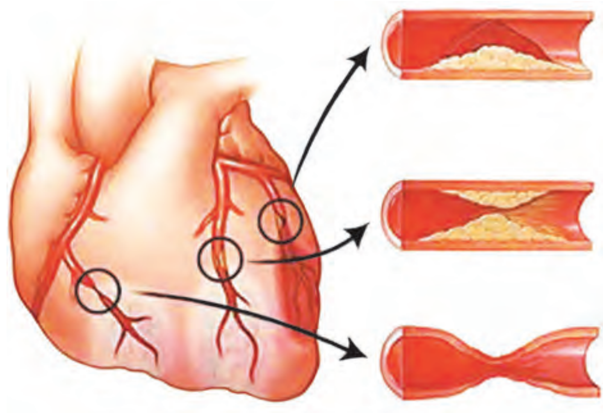


Рис. 66. Порушення кровопостачання міокарда пов'язане з:
1 — тромбозом атеросклеротичної судини — наслідком є інфаркт міокарда;
2 — утворенням атеросклеротичних бляшок — викликає ішемію міокарда;
3 — спазмом коронарної судини — викликає ішемію міокарда

В артеріях припиняється плин крові, через що настає гангрена (змертвіння), найчастіше нижніх кінцівок. Від цієї хвороби потерпають насамперед чоловіки. Якщо людина негайно не припинить курити й вчасно не розпочне лікування, уражену кінцівку доведеться ампутувати.

Нікотин стимулює симпатичну нервову систему й роботу надниркових залоз (викид адреналіну). Серцеві скорочення прискорюються, серцевий м'яз виснажується. Виникає постійний внутрішній стрес. Людина стає знервованою. У неї може розвинутися гіпертонічна хвороба й ***ішемічна хвороба серця*** (сполучнотканинне переродження серцевого м'яза внаслідок постійної нестачі для живлення клітин глюкози та кисню).

Думаємо, розуміємо, відповідаємо. **1.** Поясніть, що таке *здорове, треноване, нетреноване, хворе серце.* **2.** Поясніть, яке серце можна вважати нетренованим і які ознаки його характеризують. **3.** Поясніть, чому нетреноване серце — це небезпечно. **4.** Чому виникають хвороби серця? **5.** Які позитивні зміни можна спостерігати в тренованому серці? **6.** Поясніть механізм поліпшення роботи тренованого серця. **7.** До яких ускладнень може призвести перевантаження серця? **8.** Яким є механізм розвитку інфаркту міокарда? **9.** Назвіть чинники, що сприяють нормалізуванню артеріального тиску. **10.** Обґрунтуйте, чому гіпертонічну хворобу називають *хворобою неправильного способу життя.* **11.** Поясніть механізми виникнення артеріальної гіпотонії. Складіть пам'ятку запобігання їй. **12.** Поясніть механізм виникнення атеросклерозу. **13.** Чому атеросклероз може призвести до виникнення ішемічної хвороби серця, інфаркту міокарда, інсульту? **14.** Обґрунтуйте, як куріння впливає на стан артерій.

Самостійна робота з підручником. За допомогою тексту параграфа складіть правила тренування серцевого м'яза. Підкресліть, про що треба пам'ятати, коли ви розпочали тренування.

Домашнє завдання. **1.** Розкажіть членам своєї родини про механізм виникнення інфаркту міокарда. **2.** Складіть повідомлення про наукову діяльність М. Амосова.

Це треба знати. Малорухливий спосіб життя, негативні емоції, різні зловживання призводять до виникнення хвороб серця.

Дослідницький практикум № 3

ТЕМА. Самоспостереження за частотою серцевих скорочень упродовж доби, тижня

МЕТА: з'ясувати, як змінюються частота пульсу протягом доби та тижня.

ОБЛАДНАННЯ ТА МАТЕРІАЛИ: секундомір або годинник із секундною стрілкою.

ХІД РОБОТИ

1. Знайдіть на променевій артерії пульс і порахуйте його в положенні сидячи (можна підрахувати за 20 с, а потім отриману кількість ударів пульсу помножити на 3).

2. Зробіть аналогічні підрахунки в положенні стоячи.

3. Зробіть підрахунок пульсу вранці, після обіду та ввечері (бажано в одні й ті самі години) протягом тижня.

4. Запишіть отримані результати до таблиці.

години доби	понеділок	вівторок	середа	четвер	п'ятниця	субота	неділя

ВИСНОВОК

1. Проаналізуйте отримані результати та поясніть зміни частоти серцевих скорочень залежно від часу виміру та дня тижня.

2. Які фактори вплинули на зміни частоти серцевих скорочень?



ТЕМА 5
ВИДІЛЕННЯ. ТЕРМОРЕГУЛЯЦІЯ

§ 24 ВИДІЛЕННЯ – ВАЖЛИВИЙ ЕТАП ОБМІНУ РЕЧОВИН. СЕЧОВА СИСТЕМА. БУДОВА НИРОК І СЕЧОВИВІДНИХ ШЛЯХІВ

ОСНОВНІ ПОНЯТТЯ І ТЕРМІНИ: органи виділення та їх функція, сечовидільна система, нирки, сечовивідні шляхи, сечовід, сечовий міхур, сечівник.

Органи та шляхи виділення. Ефективний процес виділення як складова частина обміну речовин — важлива умова збереження гомеостазу. Він забезпечує звільнення організму від непотрібних і шкідливих продуктів обміну, а також від чужорідних та отруйних речовин (наприклад, від алкоголю, наркотиків, ліків), що надійшли ззовні.

Органами виділення є нирки, легені, шкіра (її потові залози), слинні залози, шлунково-кишковий тракт, печінка *(рис. 67)*.

Легені виводять з організму вуглекислий газ, пари води, а також деякі летючі речовини (ефір після наркозу, алкоголь). Обсяг парів води, що виводиться легенями, залежить від температури та вологості довкілля, рівня фізичного й емоційного навантаження.

Слинні залози виводять лікарські речовини (наприклад, аспірин), різні чужорідні органічні сполуки, що потрапили в організм.

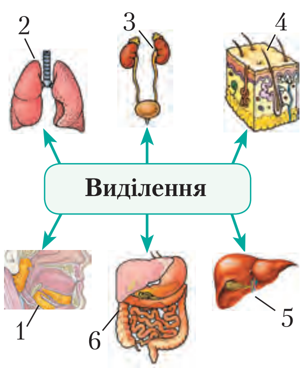


Рис. 67. Органи виділення:

1 — слинні залози; 2 — легені; 3 — нирки; 4 — шкіра; 5 — печінка; 6 — шлунок, кишечник

Важливу видільну функцію виконує ***печінка***. Шкідливі речовини, які випадково потрапили з їжею в кишечник, а також продукти гниття всмоктуються з нього в кров і надходять до печінки. У ній вони знешкоджуються, утрачають токсичність і в складі жовчі виводяться через ***кишечник***, який також звільняє організм від непотрібних і шкідливих продуктів обміну, неперетравлених решток їжі та хвороботворних мікроорганізмів.

Потові залози виділяють зайву воду, мінеральні солі, солі важких металів, які можуть потрапити в організм разом з їжею, деякі продукти обміну білків (наприклад, сечовину), а за важкого фізичного навантаження — і молочну кислоту.

Нирки — це головний орган виділення в організмі людини. Вони виконують дві основні функції — виведення з організму токсичних продуктів білкового

обміну й обміну нуклеїнових кислот; підтримання нормального водно-сольового складу рідини тіла (крові, лімфи, міжклітинної рідини). Окрім того, через нирки виводяться токсичні та чужорідні речовини.

У процесі розщеплення в клітинах нуклеїнових та амінокислот утворюється аміак, який є отрутою для людського організму. Потрапляючи з током крові до печінки, він перетворюється на менш токсичну речовину — ***сечовину***, яка видаляється через нирки у водному розчині. Тому цей процес тісно пов'язаний з обміном води й солей в організмі. За добу із сечею з організму людини видаляється приблизно 2 л води з розчиненими в ній сечовиною, натрій хлоридом і незначною кількістю інших речовин.

В організмі всі фізіологічні системи, що виконують видільну функцію, постійно взаємодіють між собою. Наприклад, коли для підтримання оптимальної температури тіла за жаркої погоди або важкого фізичного навантаження з поверхні шкіри з потом випаровується велика кількість води, виділення останньої із сечею значно зменшується. Навпаки, за низької температури, коли випаровування води через шкіру зменшене, нирки виводять більше води.

Сечовидільна система складається з органів, які продукують сечу (нирки), виводять її з нирок (сечоводи), збирають сечу (сечовий міхур) і виводять із сечового міхура назовні (сечівник).

Анатомічна будова нирок і сечовивідних шляхів. У кожної людини є дві нирки, що містяться у верхній частині черевної порожнини по обидва боки від хребта *(рис. 68)*. Довжина нирки — 10–12 см, ширина — 5–6 см, маса — 120–200 г, або приблизно 0,5 % від загальної маси тіла. За своєю формою вони нагадують насінини квасолі.

Зовні нирки вкриті щільною сполучною оболонкою й начебто занурені в прошарок жирової тканини — *жирову капсулу*. Вона міцно тримає нирки в певному анатомічному положенні. За різкого схуднення людини, коли жирова капсула

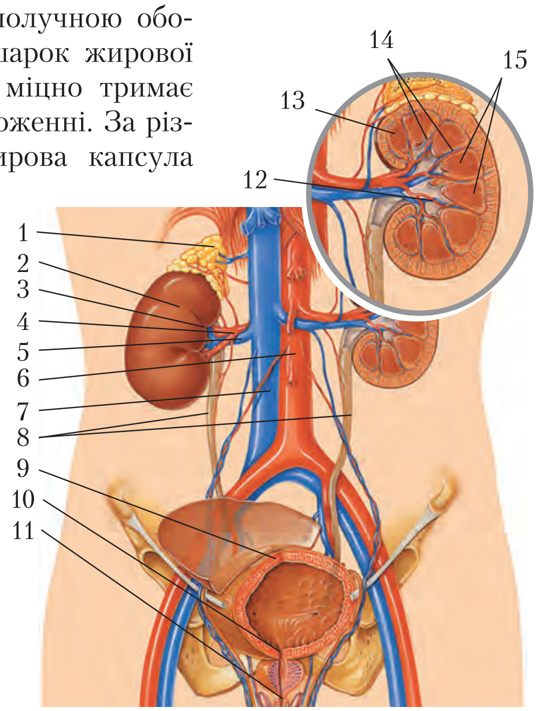


Рис. 68. Анатомічна будова нирок і сечовивідних шляхів:

1 — надниркова залоза; 2 — нирки; 3 — ворота нирки; 4 — ниркова артерія; 5 — ниркова вена; 6 — черевна аорта; 7 — нижня порожниста вена; 8 — сечоводи; 9 — сечовий міхур; 10 — сфінктер сечового міхура; 11 — сечівник; 12 — ниркова миска; 13 — корковий шар; 14 — мозковий шар (ниркові піраміди); 15 — ниркові стовпи

значно зменшується або повністю зникає, нирки стають рухливими *(блукаюча нирка)*, що призводить до різних порушень сечовиділення, появи болю в животі та попереку.

У розрізі нирки можна побачити два шари: зовнішній — *корковий* і внутрішній — *мозковий*. Мозковий шар складається з багатьох конічних сегментів — пірамід, а вони, у свою чергу, — із численних сечотвірних одиниць *(нефронів)*. Протока кожного нефрона закінчується в сечозбірній трубочці. Трубочки відкриваються в порожнину нирки — *ниркову миску (рис. 68)*.

Сечовід *(рис. 68)* безпосередньо починається в нирковій мисці кожної нирки й закінчується в сечовому міхурі. Його функція — відведення сечі з нирки в сечовий міхур. Сечовід має довжину 30–35 см і ширину до 5–6 мм.

Сечовий міхур *(рис. 68)* — непарний порожнистий орган, який виконує функцію резервуара сечі, що з нього виводиться назовні через сечівник. Наповнений сечовий міхур має округлу форму. Місткість його в дорослої людини становить 0,5–1 л. Стінка сечового міхура має м'язи, завдяки скороченням яких відбувається витискання сечі із сечового міхура. На межі сечового міхура та сечівника є товстий коловий м'яз — *сфінктер* (з грецьк. *міцно стискати*), або *затягач*; він запобігає мимовільному сечовиведенню.

Сечівник, або ***уретра*** *(рис. 68)*, — непарний трубчастий орган, по якому сеча під час сечовипускання виділяється із сечового міхура назовні. Він відкривається невеличким отвором у ділянці зовнішніх статевих органів.

Думаємо, розуміємо, відповідаємо. **1.** Обґрунтуйте біологічне значення органів виділення. **2.** Які органи виконують видільну функцію? **3.** Назвіть органи сечової системи. **4.** Поясніть взаємозв'язок будови та функцій органів сечової системи. **5.** Охарактеризуйте взаємозв'язок будови та функцій нирок. **6.** Поясніть взаємозв'язок будови та функцій сечового міхура. **7.** Яке походження слова *сфінктер*?

Запитання для допитливих. Підраховано, що сумарна довжина ниркових каналів становить 120 км, а поверхня їх стінок — 40 м^2. Аргументовано поясніть, яке це має значення.

Домашнє завдання. Проаналізуйте участь кожного органа у виділенні продуктів обміну речовин. Поясніть, з чим пов'язана їхня взаємоузгодженість. Запишіть результати в таблицю.

§ 25 СЕЧОУТВОРЕННЯ ТА СЕЧОВИВЕДЕННЯ

ОСНОВНІ ПОНЯТТЯ І ТЕРМІНИ: сечоутворення, сечовиведення, нефрон, первинна сеча, вторинна сеча, реабсорбція.

Мікроскопічна будова нирок і утворення сечі. Структурно-функціональною одиницею нирок є *нефрон* (з грецьк. *нирка*). Їх у кожній нирці майже по мільйону, завдяки чому загальна функціональна поверхня, на якій утворюється сеча, становить загалом 5–6 м^2.

Мікроскопічна будова нефрона подана на *рис. 69*. Це звивиста трубка, один кінець якої розширюється у вигляді келиха *(капсула Шумлянського–Боумена)*, а інший закінчується отвором у сечозбірній трубочці. Усередині капсули знаходиться клубок із 50–60 капілярів *(мальпігієвий клубочок)*. Приносна артеріола має значно більший діаметр, аніж артеріола, що виходить із капсули. Це створює значний тиск крові в капілярах клубочків — до 70–80 мм рт. ст., а тому частина плазми наче витискається в порожнину капсули. Цей процес має назву *клубочкова фільтрація*.

Унаслідок фільтрації утворюється *первинна сеча*. За своїм складом вона подібна до плазми крові, щоправда, не містить високомолекулярних білків і ліпідів. За 4–5 хв через нирки проходить уся кров. Нирки отримують крові більше, аніж будь-який орган тіла, навіть у 4–5 разів більше, аніж серце й мозок. Проте більша її кількість використовується не для живлення нирки, а для очищення крові від продуктів живлення. За хвилину внаслідок клубочкової фільтрації утворюється 70–120 мл фільтрату, а за добу — 100–150 л.

Вивідна артеріола знову розгалужується й утворює сітку капілярів, які обплітають звивисту трубку нефрона (канальці) майже по всій її довжині.

Під час проходження первинної сечі по канальцях через епітеліальні клітини їхніх стінок у кров повертається значна кількість води й потрібних організму речовин. Цей процес називається ***реабсорбцією*** (зворотне поглинання). Він здійснюється за рахунок значних енергетичних витрат організму. Деякі речовини (глюкоза, амінокислоти) реабсорбуються цілком, а мінеральні солі й вода всмоктуються з канальців у кров у потрібних організмові кількостях. Після реабсорбції сеча має назву *вторинна*, або *остаточна*.

Вторинна сеча — це, в основному, зайва вода, натрій хлорид і сечовина. Жовтий колір сечі зумовлюють жовчні пігменти, частина яких усмоктується в

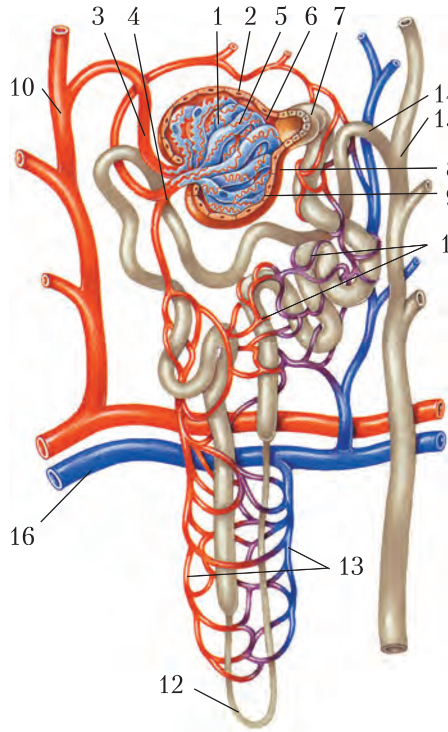


Рис. 69. Система каналів нефрона:

1 — мальпігієвий клубочок; 2 — келихоподібна капсула Шумлянського—Боумена; 3 — приносний капіляр; 4 — виносний капіляр; 5 — капіляри клубочка; 6 — порожнина келихоподібної капсули Шумлянського—Боумена; 7 — початкова частина канальця нефрона; 8 — зовнішня стінка капсули; 9 — внутрішня стінка капсули; 10 — артеріола клубочка; 11 — звивисті канальці; 12 — петля; 13 — капілярна сітка; 14 — збиральна трубочка; 15 — сосочкові протоки; 16 — венула нефрона

тонкому кишечнику, потрапляє в кров, фільтрується нирками, але не реабсорбується.

За добу в організмі людини утворюється 1,5–2,5 л вторинної сечі. Кількість сечі за добу змінюється при зміні питного режиму, температури довкілля, надмірному вживанні солі.

Це треба пам'ятати! У вторинній сечі не повинно бути глюкози, білків і формених елементів крові.

Регуляція процесу сечоутворення. Нирки мають ефективну систему регуляції сечоутворення й чітко реагують на зміни кількості води та солей в організмі. Установлено, що їхня діяльність регулюється, в основному, гуморальним шляхом. Якщо в крові збільшується концентрація солей, то активізується утворення *антидіуретичного* гормона гіпофіза. Під його впливом збільшується зворотне всмоктування води й одночасно зменшується реабсорбція мінеральних речовин. Це приводить до утворення меншої кількості більш концентрованої вторинної сечі.

Вплив нервової системи на діяльність нирок незначний. Так, збудження симпатичного нерва спричиняє звуження приносних артеріол, що вповільнює утворення первинної сечі. Така реакція має місце під час стресу, больового подразнення, надмірного емоційного навантаження. Зазвичай вона короткотривала. Вплив парасимпатичних нервів на процеси сечоутворення не виявлений.

Сечовиведення. Вторинна сеча за рахунок скорочень гладеньких м'язів ниркової миски та стінок сечоводів надходить у сечовий міхур. Коли об'єм сечі в ньому досягає приблизно 150–200 мл, то виникають рефлекторні періодичні скорочення стінки міхура (позиви до сечовипускання). Людина може легко гальмувати їх вольовим зусиллям, тому що на скорочення посмугованого м'яза сфінктера впливає кора великих півкуль. При переповненні міхура або при сильному стресі може виникати мимовільне сечовипускання.

Думаємо, розуміємо, відповідаємо. **1.** Визначте, що є основною структурно-функціональною одиницею нирки. **2.** Охарактеризуйте взаємозв'язок мікроскопічної будови та функцій нирок. **3.** Поясніть механізм утворення первинної сечі. **4.** Обґрунтуйте біологічне значення процесу фільтрації сечі. **5.** Поясніть механізм утворення вторинної сечі. Який її склад? **6.** Які ще функції, окрім сечоутворювальної, виконують нирки? **7.** Обґрунтуйте, які можливості для людини, у якої тяжко уражені нирки, відкривають досягнення сучасної медицини.

Самостійна робота з підручником. Доведіть, що за нестачі води в організмі підвищується концентрація NaCl у сечі.

Домашнє завдання. Складіть і запишіть у зошит схему «Мікроскопічна будова нирки».

§ 26 БУДОВА ТА ФУНКЦІЇ ШКІРИ. УЧАСТЬ ШКІРИ В ТЕПЛОРЕГУЛЯЦІЇ. ТЕМПЕРАТУРА ТІЛА

ОСНОВНІ ПОНЯТТЯ І ТЕРМІНИ: шкіра, її будова та функції, епідерміс, дерма, меланін, пігментні клітини, придатки шкіри, потові та сальні залози, волосся, волосина, нігті, температура тіла, теплорегуляція, теплоутворення, тепловіддача, потовиділення.

Будова шкіри. Шкіра є зовнішнім покривом тіла. Вона складається в основному з епітеліальної тканини. Загальна площа шкіри — 1,5–2 м^2. Вона має три шари *(рис. 70)*. Перший, зовнішній, — ***епідерміс*** (з грецьк. *над* і *шкіра*), утворений епітеліальною тканиною. Верхній шар епітелію — це міцні, щільні, зроговілі клітини. Він називається *роговим*. Саме роговий шар захищає шкіру від механічних і хімічних пошкоджень, проникнення води та мікроорганізмів усередину тіла. На ділянках шкіри, які найчастіше зазнають механічного травмування, роговий шар потовщується, утворюючи мозолі.

Зроговілі клітини постійно відшаровуються. На їхньому місці утворюються нові, здатні до поділу.

Під епідермісом розміщений середній шар шкіри — ***дерма***, або ***власне шкіра***. У ній є кровоносні судини, рецептори, що реагують на доторкання, стискання, а також біль, холод і тепло, різні придатки, пігментні клітини. Останні містять темний пігмент — ***меланін*** (з грецьк. *чорний*). Під час засмагання кількість меланіну в клітині значно збільшується, і шкіра набуває коричневого кольору.

Дерма містить багато сполучнотканинних еластичних волокон, розташованих у певному напрямку. Саме ці волокна визначають індивідуальний малюнок шкіри, особливо на кінчиках пальців. Неповторність малюнка шкіри пальців використовують у судовій практиці для встановлення особи (дактилоскопія — з грецьк. *палець* і *бачити*).

Коли людина старіє, еластичні волокна частково втрачають воду, зменшуються в розмірах і на шкірі утворюються зморшки.

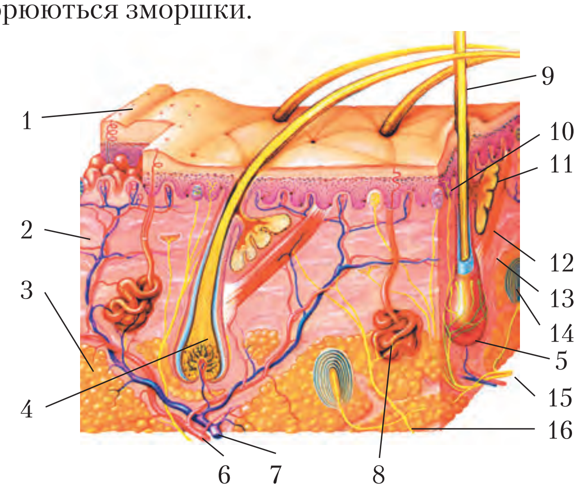


Рис. 70. Будова шкіри та волосини:

1 — епідерміс; 2 — дерма; 3 — підшкірна основа; 4 — корінь волосини; 5 — волосяна цибулина; 6 — артерія; 7 — вена; 8 — потова залоза; 9 — стрижень волосини; 10 — нервовий (больовий) рецептор; 11 — сальна залоза; 12 — м'яз, що піднімає волосину; 13 — колагенове волокно; 14 — механорецептор; 15 — волокна чутливих нервів; 16 — волокна вегетативних нервів

Під дермою є третій, найглибший, шар — ***підшкірна основа***, що складається з жирового прошарку. Він захищає тіло від механічних ушкоджень, зберігає внутрішнє тепло, є місцем запасання енергетичної речовини — жиру. У підшкірній основі містяться потові та сальні залози, волосяні сумки, артерії, вени, лімфатичні судини, нерви.

Потові залози мають вигляд трубочок із вивідними протоками. Вони виділяють піт. На 98–99 % він складається з води, 0,5 % — це NaCl, а решта — продукти обміну речовин, зокрема сечовина. Найбільше потових залоз у пахвовій ділянці, на долонях і підошвах. Піт майже не має запаху. Неприємний запах буває або від хворих людей (особливо при захворюваннях легенів, нирок), або від тих, хто, не дотримуючись правил особистої гігієни, рідко миється. У поті розмножуються бактерії. Продукти їхньої життєдіяльності й особливо аміак, що при цьому утворюється, зумовлюють специфічний запах поту.

Отвори ***сальних залоз*** відкриваються у волосяний мішечок; їхній секрет — це жири, що рівномірно розподіляються по волосистій поверхні шкіри, захищаючи її від проникнення води й мікроорганізмів усередину тіла. Крім того, жир запобігає надмірному випаровуванню води з організму. Багато сальних залоз є на шкірі обличчя, але там вони не зв'язані з волосяними мішечками.

Волосся — ниткоподібні епітеліальні похідні шкіри *(рис. 70)*. Воно вкриває майже всю поверхню тіла людини за винятком губ, долонь і підошов. Кількість волосся на тілі різна. Наприклад, на голові близько 100–150 тис. волосин. Колір волосся залежить від концентрації пігменту меланіну. Приблизно з 45–50 років кількість волосся на голові, бровах і віях зменшується, починається посивіння, спричинене поступовим зменшенням вмісту меланіну та заповненням волосини мікроскопічно малими пухирцями повітря. Нормальна швидкість росту волосся на голові — сантиметр за місяць (краще волосся росте в теплу пору року), а термін життя волосини — 4–5 років. У середньому за добу в людини випадає 30–50 волосин. Ріст волосся регулюється нервовою та ендокринною системами.

У волосині розрізняють *стрижень*, який виступає над поверхнею шкіри, і *корінь*, що міститься в дермі.

Корінь волосини розміщений у *волосяному мішечку*. Сюди відкривається протока сальної залози; виняток становлять волосини на обличчі: там сальні залози мають власні протоки. До волосяного мішечка також прикріплюються волокна гладеньких м'язів дерми; вони піднімають волосину. Знизу корінь розширюється й утворює *волосяну цибулину*. Ріст волосини відбувається завдяки поділу її клітин. Знизу до волосяної цибулини заходить *волосяний сосочок* — сполучнотканинний утвір конусоподібної форми. До нього підходить багато нервових волокон, а також дрібна артерія, яка розпадається на густу капілярну сітку; волосина добре постачається кров'ю й живиться. Якщо людина нормально харчується та веде здоровий спосіб життя, то має густе, гарне волосся. За поганого харчування, систематичного вживання алкоголю волосся стає тонким, тьмяним, легко скуйовджується, випадає.

Стрижень, або *власне волосина*, складається з мозкової речовини, укритої щільною кутикулою (з латин. *шкірочка*). *Мозкова речовина* — це зроговілі клітини, які містять щільний білок — кератин, меланін і пухирці повітря. *Кутикула* — це один шар плоских без'ядерних клітин, які черепицеподібно прилягають одна до одної.

Це треба пам'ятати! Миючі засоби (мило, шампунь), що використовуються для миття голови, знежирюють шкіру. Унаслідок цього сальні залози працюють більш інтенсивно, що робить волосся жирним.

Нігті — зроговілі пластинки на кінчиках пальців. Вони мають *тіло*, укрите нігтьовою пластиною, *корінь* і *нігтьовий валик*. Швидкість їхнього росту — 0,1 мм за добу. У нормі нігті гладенькі, прозорі та рожеві.

Функції шкіри. Шкіра має багато функцій. Це найбільший за площею орган чуттів; вона відіграє важливу роль у підтриманні імунітету людини; є органом виділення — із потом з організму виходить зайва вода, сіль і різні шкідливі речовини. Шкіра бере участь у регуляції температури тіла. У ній синтезується вітамін D. Шкіра виконує також дихальну функцію — це шкірне дихання, що становить 1–2 % від загального газообміну. Здатність шкіри до самоочищення (злущення відмерлого епітелію), наявність щільного рогового шару запобігає потраплянню хвороботворних бактерій в організм.

Завдяки своїй будові шкіра та підшкірна основа захищають організм людини від механічних і хімічних ушкоджень. Вироблення темного пігменту в шкірі запобігає шкідливій дії ультрафіолетового випромінювання сонячної радіації на організм.

Значення сталості температури для організму людини. Організм людини має дивовижні механізми, що дають їй змогу жити й працювати в різних кліматичних умовах: на Крайній Півночі й у Центральній Африці, у посушливій пустелі й туманному Лондоні. Ці фізіологічні механізми забезпечують підтримання температури тіла людини на порівняно сталому рівні.

Стала температура тіла є одним із найважливіших показників гомеостазу. Усі ферменти клітин, які беруть участь в обміні речовин та енергії, можуть нормально працювати тільки за незначного коливання температури — від 36 до 37 °C. Зниження її до 34 °C чи збільшення до 42 °C призводить до значних, але оборотних змін цих процесів. При температурі тіла нижче 30 °C або вище 42 °C ферменти клітин руйнуються, обмін речовин припиняється, людина помирає.

Підтримання сталості температури тіла забезпечує процес *теплорегуляції*, що триває впродовж усього життя людини. Він зумовлює утворення тепла в організмі — теплоутворення й віддавання його організмом — *тепловіддачу*.

Процес теплоутворення відбувається переважно хімічним шляхом, коли при розщепленні й окисненні в мітохондріях жирів, вуглеводів і білків вивільняється енергія. Частина її йде на утворення АТФ, більша частина втрачається у вигляді тепла.

Найбільше тепла в організмі людини виробляють органи з напруженим обміном речовин. Це насамперед печінка, температура якої становить 37,8–38 °C, і скелетні м'язи, що мають температуру 37–37,2 °C. За звичайних умов

довкілля в спокійному стані в людини майже 70 % тепла утворюється за рахунок печінки і 30 % — за рахунок скелетних м'язів і внутрішніх органів. Під час фізичного навантаження, навпаки, 70 % тепла утворюється завдяки м'язам, які працюють, а решта — завдяки печінці й іншим внутрішнім органам. Регулюється температура в організмі за допомогою крові.

Регуляція теплоутворення відбувається за рахунок нервово-гуморальних механізмів і хімічним шляхом — підсиленням або послабленням обміну речовин та енергії. Впливають на цей процес температура довкілля та стан фізичної активності.

Наприклад, у холодну погоду теплоутворення в м'язах зростає, навіть якщо людина не рухається. Це відбувається так: холод діє на відповідні рецептори шкіри. Вони надсилають імпульси до головного регулятора вегетативних функцій — гіпоталамуса. У ньому є два центри — теплоутворення й тепловіддачі. Збуджуючись, центр теплоутворення надсилає сигнали до тих ланок організму, які відповідають за підвищення обміну речовин і енергії: симпатичної нервової системи, щитоподібної та надниркових залоз, печінки, скелетних м'язів тощо.

Процес тепловіддачі. Організм віддає теплову енергію за допомогою фізичних процесів. Сюди належить: *тепловипромінювання*, *конвекція* (з латин. *перенесення*) — рух і перемішування нагрітого тілом повітря, *теплопроведення* — віддавання тепла предметам, які безпосередньо стикаються з поверхнею тіла (повітря, одяг), і *випаровування води* з поверхні тіла й легенів.

За звичайних умов тепловіддача шляхом теплопроведення не має великого значення, оскільки повітря та одяг є поганими провідниками тепла. Тепловипромінювання, конвекція та випаровування відбуваються з різною інтенсивністю й залежать від температури та вологості повітря, стану м'язового напруження.

Наприклад, у стані фізичного спокою при температурі повітря 20 °С випромінювання тепла становить 70 %, конвекція та випаровування — по 15 % від загальної втрати тепла організмом. При підвищенні температури довкілля до 35 °С та вище тепловіддача шляхом тепловипромінювання, конвекції й теплопроведення стає неможливою, а тому сталість температури тіла забезпечується завдяки випаровуванню води з поверхні тіла та через легені. У стані значного фізичного напруження тепловіддача також зростає за рахунок випаровування: воно становить 75 % від загальної втрати тепла; на тепловипромінювання та конвекцію відповідно припадає 10 і 15 %. Випаровування води через шкіру з потом називається *потовиділенням*.

В умовах температурного комфорту в людини за добу з потом виділяється 0,5–0,6 л води. У дуже жарку погоду, при значному фізичному навантаженні може утворюватися до 10–12 л поту. Це захисна реакція організму людини, яка запобігає її перегріванню.

Думаємо, розуміємо, відповідаємо. **1.** Розгляньте *рис. 70,* визначте особливості будови та функцій шкіри. **2.** Поясніть походження слова *епідерміс.* **3.** Поясніть біологічне значення відшаровування рогового шару епідермісу. **4.** Обґрунтуйте, з якими структурними утвореннями шкіри пов'язане виконання

її функцій. Поясніть, як це відбувається. **5.** Які системи органів беруть участь у забезпеченні функцій шкіри? **6.** Яке біологічне значення має сталість температури тіла для організму людини? **7.** Поясніть фізіологічні механізми теплорегуляції. **8.** Поясніть механізм взаємоузгодженості процесів теплоутворення та тепловіддачі. **9.** Які органи та залози внутрішньої секреції беруть участь у підтриманні сталості температури тіла? **10.** Чим пояснити той факт, що нормальна діяльність організму людини може відбуватися тільки в температурних межах 34–42 °С? **11.** Яке біологічне значення процесу тепловіддачі? Чим він супроводжується?

Самостійна робота з підручником. Складіть таблицю «Будова шкіри».

Запитання для допитливих. У 1496 р. міланський герцог Моро доручив Леонардо да Вінчі підготувати новорічне свято. «Золотий вік» правління герцога мав зображати оголений хлопчик — син бідного пекаря, найнятий за гроші, якого з голови до ніг пофарбували золотою фарбою. Одразу після свята хлопчик тяжко захворів, і, незважаючи на зусилля лікарів, через три дні його не стало. Чому помер «золотий хлопчик»?

Домашнє завдання. 1. Підготуйте реферат про гігієну шкіри. **2.** Складіть і заповніть таблицю «Способи підтримки температури тіла в стані спокою та під час фізичного навантаження».

§ 27 ЗАХВОРЮВАННЯ ОРГАНІВ СЕЧОВИДІЛЕННЯ ТА ШКІРИ. ЗАПОБІГАННЯ ЇМ. ЗАГАРТОВУВАННЯ

ОСНОВНІ ПОНЯТТЯ І ТЕРМІНИ: низхідна інфекція, висхідна інфекція, нефрит, пієлонефрит, уретрит, цистит, дерматит, гноячкові захворювання, алергічні захворювання, грибкові ураження, себорея, короста, вошивість, загартовування.

Захворювання органів сечовиділення. Нирки є життєво важливим органом людського організму. Порушення або припинення їх функцій неминуче призводить до отруєння організму речовинами, які в нормальному стані виводяться із сечею. Якщо робота нирок порушена, ці речовини накопичуються в крові й спричиняють важкі стани, які нерідко призводять до смерті.

Органи сечовиділення — нирки, сечоводи, сечовий міхур, сечівник — можуть уражатися різними мікроорганізмами. Останні потрапляють туди через кров із різних осередків інфекції в організмі, наприклад під час ангіни, при захворюваннях зубів, ротової порожнини тощо. Це — *низхідна інфекція*.

Часто причиною захворювання нирок і сечовивідних шляхів бувають *висхідні інфекції*. Якщо людина не дотримується правил особистої гігієни, хвороботворні мікроорганізми проникають через сечівник у сечовий міхур і звідти поширюються на інші сечовидільні органи, спричиняючи їх запалення. Запальним процесам і поширенню мікроорганізмів сприяє загальне переохолодження організму, застуда.

Нирки, особливо в дітей, чутливі до різних отруйних речовин — до тих, які синтезуються в самому організмі, і тих, що потрапляють до нього з навко-

лишнього середовища. Такі речовини, як алкоголь, свинець, ртуть, нафталін, бензол, отрути комах тощо, потрапивши в кров і з нею до нирок, порушують їхню роботу.

Деякі лікарські засоби (сульфаніламідні препарати, антибіотики) за надмірного й тривалого вживання накопичуються в нирках і також можуть спричинити їх захворювання.

Найпоширенішим захворюванням нирок є ***нефрит*** — запалення різних елементів нирки. Залежно від патогенезу, розрізняють пієлонефрит і гломерулонефрит.

Пієлонефрит (з грецьк. *миска* та *нирка*) — запальне інфекційне захворювання нирок, пов'язане з висхідною інфекцією. Хворобу можуть спричиняти стафілококи, ентерококи й інші мікроорганізми. Ознаки: часте та болісне сечовипускання, підвищення температури тіла, біль у поперековій ділянці, сонливість, загальне нездужання.

Гломерулонефрит (з латин. *куля* та *нирка*) — запальний процес в обох нирках, який супроводжується порушенням клубочкової фільтрації. Він є результатом поширення низхідної інфекції. Це одна з найважчих патологій нирок у дітей. Ознаки: симптоми інтоксикації, підвищення температури тіла, зменшення сечовиділення, набрякання обличчя та кінцівок, головний біль, нудота тощо.

Постійне порушення обміну речовин в організмі може стати причиною відкладання солей та утворення каменів у нирках і сечовивідних шляхах. Камені утруднюють відтікання сечі й, уражаючи гострими краями слизові оболонки сечовивідних шляхів, спричиняють сильний біль.

Уретрит — запалення сечівника, яке викликають стрептококи й інші бактерії. Ознаки: часте й болісне сечовипускання.

Цистит — запалення слизової оболонки сечового міхура. Виникає внаслідок проникнення в сечовий міхур інфекції. Розвиткові циститу сприяють переохолодження тіла, уживання прянощів, копченостей, алкоголю тощо. Симптоми: часті позиви на сечовипускання, під час якого відчувається біль, свербіж, печія.

Щоб запобігти захворюванням органів сечовиділення, необхідно дотримуватися певних гігієнічних вимог: правильно харчуватися, своєчасно лікувати зуби, загартовувати свій організм, бути обережним із різними отрутами, уживати ліки лише за призначенням лікаря, дотримуватися особистої гігієни.

Хвороби шкіри та запобігання їм. Стан шкіри залежить від різних хвороботворних чинників довкілля, стану організму й догляду за нею.

Однією з найпоширеніших хвороб шкіри є ***дерматит*** (з грецьк. *шкіра*) — запалення шкіри. Дерматити спричиняють хвороботворні мікроорганізми. Вони також можуть виникати при ураженні шкіри кислотами, лугами або внаслідок зовнішнього застосування лікарських засобів (особливо під час самолікування). Частою причиною дерматитів є механічна травма, наприклад розчухування шкіри після укусу комахи. Нерідко дерматити спричиняють різні косметичні креми, лосьйони, туш для повік, якщо чутливість шкіри до них підвищена. Частою причиною дерматиту влітку є надмірне засмагання. При дерматиті

виникають почервоніння шкіри, її набряк, свербіж, можуть з'являтися пухирі, наповнені рідким прозорим вмістом. Лікувати дерматити повинен тільки лікар.

Гноячкові захворювання шкіри спричиняють стафілококи або стрептококи, які дуже поширені в природі й завжди є на шкірі. При недотриманні правил гігієни, порушеннях функціонування імунної системи вони виявляють свою хвороботворну дію. До розвитку гноячкових захворювань часто призводять механічні ураження шкіри — порізи, розчухування укусів комах, надмірна пітливість шкіри. При цукровому діабеті гноячкові ураження шкіри часто є одними з перших проявів цього захворювання.

Ураженню шкіри мікроскопічними хвороботворними грибами сприяє підвищена пітливість, зокрема ніг (особливо коли людина носить тісне гумове взуття).

Ці хвороби проявляються запальними процесами, що частіше виникають між пальцями, на підошвах *(рис. 71)*. Верхній шар епітелію відшаровується, утворюються виразки, що мокнуть; ці місця сверблять, стають уразливими для інфекції. Хворобливий процес поширюється в організмі, викликаючи різні ускладнення. Грибкові ураження нігтів дуже спотворюють їх зовнішній вигляд.

Профілактика грибкових захворювань полягає в дотриманні правил особистої гігієни. Лікувати ці хвороби краще в лікаря.



Рис. 71. Грибкове ураження нігтів (1) і шкіри (2)

Це треба пам'ятати! Грибкові ураження шкіри є дуже заразливими хворобами: гриби передаються через постільну білизну, рушники, взуття, воду в басейнах.

Хвороба, пов'язана з розладом діяльності сальних залоз, називається ***себореєю*** (з латин. *сало* та грецьк. *текти*). Функціональна активність сальних залоз залежить від стану гіпофіза, надниркових і статевих залоз, центральної та вегетативної нервової систем, загального обміну речовин, вітамінного забезпечення організму. Ось чому вважається, що себорея є місцевим проявом різних нездужань усього організму, тому лише місцеве її лікування не дає результатів. Розрізняють жирну та суху себорею.

Жирна себорея проявляється надмірною секрецією сальних залоз із виділенням великої кількості шкірного сала. Шкіра стає жирною, блискучою, устя сальних залоз розширюються, запалюються, виникають ***вугри***. Волосся вкривається жировою змазкою, утворюється лупа; часто себорея є причиною випадіння волосся, а в чоловіків це захворювання навіть призводить до облисіння.

Суха себорея пов'язана зі зниженою функцією сальних залоз. Шкіра стає сухою, лущиться. Волосся — сухе, ламке, стоншене, посилено випадає, утворюється дуже багато лупи. Лікують себорею не тільки фахівці зі шкірних хвороб, а й лікарі-терапевти.

Алергічні захворювання шкіри досить часто трапляються при індивідуальній неприйнятності деяких продуктів харчування (шоколад, цитрусові,

суниці, полуниці, курячі яйця), ліків, косметичних засобів. До алергічних уражень шкіри призводять хвороби системи травлення (особливо — печінки та жовчного міхура), запори, глистяна хвороба.

Поліноз — алергічне захворювання, що виникає при потраплянні пилку рослин до організму через дихальні шляхи. Це пилок берези, ліщини, диких злакових трав чи бур'янів, особливо амброзії полинолистої. Клінічні прояви можуть бути різними: нежить, кон'юнктивіт, висипи на шкірі та слизових оболонках.

За недотримання правил гігієни може виникнути ***короста***. Це захворювання спричиняє коростяний кліщ, який заглиблюється в шкіру й там живе. Від постійного подразнення виникає сильний свербіж, особливо між пальцями рук, на животі та бокових частинах грудної клітки, на стегнах. Ця хвороба дуже заразлива.

Ті, хто порушують правила особистої гігієни, можуть захворіти на ***вошивість***, або ***педикульоз*** (з латин. *воша*), що спричиняється головними, одежними та лобковими вошами. Захворювання супроводжується сильним свербінням шкіри голови, виникненням розчухувань і гноячкових захворювань шкіри. На волоссі голови (особливо на потилиці) можна побачити гниди — білі яйця вошей — та їх самих. Вошивість швидко поширюється, вона може стати причиною тяжких і небезпечних хвороб — ***висипного***, або ***поворотного***, ***тифу***, а тому потребує спеціального ретельного лікування.

Важливо знати, яким небезпечним є травмування родимок і вплив на них сонячних променів. ***Родимки*** — це вади розвитку клітин шкіри, які мають велику кількість пігменту — *меланіну*. При ушкодженні родимки, особливо коли з неї починає йти кров, ці клітини відриваються, розносяться кров'ю по всьому організму, осідають у печінці й інших внутрішніх органах і починають там рости. Людина може загинути через два-три місяці від початку захворювання. Тому при почервонінні, підсиленні чи послабленні пігментації, прискореному рості родимок, у випадку їх травмування необхідно негайно звернутися до лікаря.

Це треба пам'ятати! Людям, на тілі яких багато родимок, небезпечно багато засмагати!

Значення та механізми загартовування організму. Сучасні умови життя, одяг, транспорт тощо зменшили вплив різних природних чинників на організм людини, тому знизилася його опірність до їхніх змін. І тільки загартовування дає змогу швидко пристосовуватися до низької чи високої температури повітря, зниженої чи підвищеної вологості.

Загартовування — це комплекс методів цілеспрямованого підвищення функціональних резервів організму та його опірності до несприятливої дії фізичних чинників довкілля, вплив яких постійно збільшується.

За таких умов розвиваються пристосувальні зміни в організмі — ***адаптація*** (з латин. *пристосування*) — удосконалення нейрогуморальних та обмінних процесів, підвищення імунітету, а отже, загальної опірності організму. Загартовування проявляється поступовим зниженням чутливості організму

до дії певного чинника. Наприклад, систематична дія низьких температур підвищує опірність організму переважно до холоду, а високих — до надмірного тепла.

Це треба пам'ятати! Якщо припинити проведення загартовувальних процедур, ступінь загартовування слабшає.

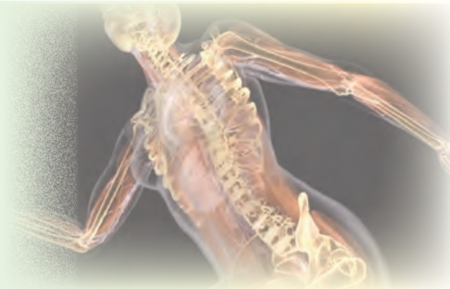
Важливим для здоров'я людини є *загартовування до холоду*, оскільки переохолодження — найчастіша причина застудних захворювань. Суть його полягає в поступовому нарощуванні ступеня охолодження організму. У людей, звиклих до холоду, теплоутворення відбувається інтенсивніше. Це забезпечує краще кровопостачання шкіри та підвищену опірність до інфекційних хвороб (пам'ятаємо, що шкіра є частиною системи імунітету).

Загартовування дітей — обов'язкова складова фізичного виховання, запорука міцного здоров'я на все подальше життя. У дитячомі організмі система терморегуляції недосконала, а тому діти вразливіші до дії холоду, частіше хворіють на застудні хвороби. Діти, які ростуть і мають через це більш швидкий (порівняно з дорослою людиною) обмін речовин, дуже вразливі до нестачі кисню. Якщо вони мало перебувають на свіжому повітрі, то стають млявими, дратівливими, у них порушується сон, зникає апетит, з'являється головний біль, виникає недокрів'я. Тому загартовування повітрям і водою для дитячого організму — обов'язкове. Як ми вже знаємо, для росту кісток потрібний вітамін D, який утворюється в шкірі під дією сонячних променів. Отже, для дітей є важливим і загартовування сонцем.

Думаємо, розуміємо, відповідаємо. **1.** Що таке *низхідна* й *висхідна інфекції*? **2.** Які хвороби органів сечовиділення ви знаєте? **3.** Як запобігти захворюванням нирок? **4.** Назвіть хвороби шкіри. **5.** Поясніть походження слова *дерматит*. Якими є чинники та прояви цієї хвороби? **6.** Які мікроорганізми є збудниками гноячкових хвороб шкіри? Назвіть причини виникнення цієї хвороби. **7.** Поясніть механізм зараження шкіри хвороботворними мікроскопічними грибами. **8.** Доведіть, що алергічний висип на шкірі є проявом загального порушення імунітету організму. **9.** Визначте причини виникнення алергічних захворювань шкіри. **10.** Допишіть речення: «Коросту спричиняє ...». **11.** Поясніть, чому виникає короста. **12.** Якими є причини та прояви вошивості? **13.** Проаналізуйте біологічне значення загартовування організму та його фізіологічні механізми. **14.** Назвіть чинники загартовування. Поясніть вислів: «Повітря, сонце і вода — наші найкращі друзі».

Самостійна робота з підручником. **1.** Доведіть, що захворювання видільної системи пов'язані з необережною поведінкою людини. **2.** Складіть і заповніть у зошитах таблицю «Хвороби шкіри й засоби запобігання їм».

Домашнє завдання. **1.** Складіть правила гігієни, як запобігти утворенню вугрів. **2.** Поясніть членам своєї родини причини виникнення алергічних висипів, корости та вошивості. **3.** Користуючись підручником і додатковою літературою, розробіть проект на тему «Визначення типу шкіри на різних ділянках обличчя та складання правил догляду за власною шкірою».



ТЕМА 6
ОПОРА ТА РУХ

§ 28 ОПОРНО-РУХОВА СИСТЕМА ЛЮДИНИ. КІСТКИ Й СУГЛОБИ

ОСНОВНІ ПОНЯТТЯ І ТЕРМІНИ: опорно-рухова система, мікроскопічна й анатомічна будова кісток, осеїн, остеоцити, остеон, хрящ, хондроцити, рухомі, напіврухомі та нерухомі з'єднання кісток, суглоби, зв'язки.

Опорно-рухова система забезпечує пересування тіла або його частин у просторі. Вона складається зі *скелета* й *скелетних м'язів*.

За допомогою скелета тіло зберігає певну форму. Він забезпечує опору всій масі тіла. До нього прикріплені внутрішні органи. Скелет захищає їх від механічних та інших ушкоджень: наприклад, у черепі розміщуються головний мозок і органи чуттів, у хребті — спинний мозок; груднина й ребра захищають легені та серце.

Хімічний склад і мікроскопічна будова кісток. Кістки мають складну будову та хімічний склад. У живому організмі вони містять 50 % води, 28 % органічних речовин (у тому числі 15 % білків і 10 % жирів) і 22 % неорганічних — мінеральних речовин, представлених сполуками Кальцію (99 % усіх мінеральних речовин), Фосфору, Магнію та інших елементів. Знежирена та висушена кістка на 30 % складається з органічних, на 60 % — з неорганічних речовин і на 10 % — з води. Кістки на третину складаються з клітин, а на дві третини — з міжклітинної речовини. Вони дуже міцні. Наприклад, стегнова кістка може витримати навантаження 1500 кг. Це зумовлено насамперед мінеральними речовинами, що входять до їх складу.

Водночас кістка не тільки тверда, а й пружна завдяки волокнистим білкам міжклітинної речовини. Існує певний віковий взаємозв'язок між кількістю білків і мінеральних речовин у кістках. Наприклад, у дітей кістки пластичніші, бо в них міститься більше білка *осеїну* (з латин. *кістка*), аніж мінеральних речовин. У літніх людей, навпаки, більший вміст мінеральних речовин, через це їхні кістки мають меншу пружність і частіше ламаються при травмах.

Клітини кістки *(рис. 72)*, які називаються *остеоцитами* (з грецьк. *кістка* та *клітина*), беруть участь у побудові кісткової тканини. Остеоцити розміщені концентрично, утворюючи *колові системи (остеони)*, усередині яких є канал, де проходять кровоносні судини та нерви.

Анатомічна будова кісток. За своєю величиною та функціями кістки поділяються на трубчасті, короткі губчасті й плоскі *(рис. 73)*.

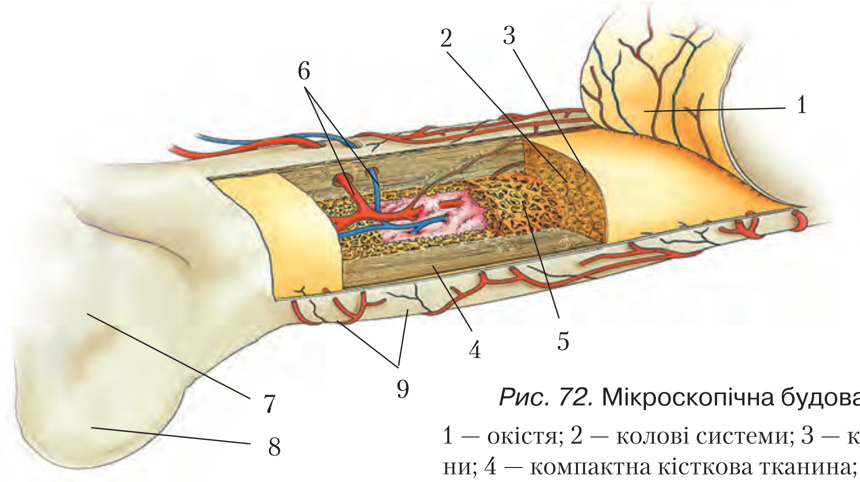


Рис. 72. Мікроскопічна будова кістки:

1 — окістя; 2 — колові системи; 3 — кісткові клітини; 4 — компактна кісткова тканина; 5 — губчаста кісткова тканина; 6 — кровоносні судини й нерви; 7 — суглобові поверхні, укриті хрящем; 8 — головки трубчастої кістки; 9 — тіло трубчастої кістки

Трубчасті кістки — кістки кінцівок — довгі, мають дві головки й тіло. На їхньому поздовжньому розпилі в центральній частині видно порожнину, яка в дітей заповнена червоним, а в дорослих — жовтим кістковим мозком.

Тіло трубчастої кістки складається зі щільної (компактної) тканини, а головки — із губчастої кісткової тканини, утвореної перетинками, розміщеними у взаємоперпендикулярних напрямках. Така будова збільшує міцність і пружність кістки. Між перетинками губчастої речовини й у дітей, і в дорослих міститься червоний кістковий мозок — орган кровотворення. Головки трубчастих кісток мають суглобову поверхню, укриту *хрящем*, яка складається з клітин — *хондроцитів* (з грецьк. *хрящ*) і міцних сполучнотканинних волокон. Завдяки клітинам хряща кістка росте в довжину.

Плоскі (лопатка, груднина) й *короткі губчасті* (зап'ясток, хребці) *кістки*, як правило, складаються тільки з губчастої речовини, укритої тонким шаром компактної речовини.

Зовні кістка вкрита *окістям (рис. 72)* — тонкою сполучнотканинною оболонкою, що містить багато судин і нервів. Її внутрішній шар складається з клітин, які ростуть, розмножуються й забезпечують ріст кістки в товщину, а також загоєння її при переломі. Живлення кістки відбувається завдяки кровоносним судинам окістя. У місцях прикріплення м'язів на тілі кістки є нерівності, що роблять її шорсткою. Вони збільшені в людей, які з дитинства чи з юнацького віку займаються спортом.

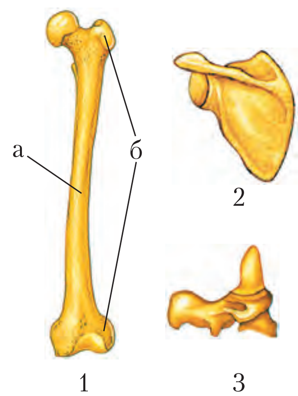


Рис. 73. Типи кісток:

1 — трубчаста (кістка кінцівки): а) тіло; б) головки; 2 — плоска (лопатка); 3 — коротка губчаста (хребець)

Вікові особливості та ріст кісток. Кістки починають формуватися з третього місяця внутріш-

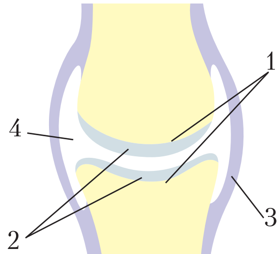


Рис. 74. Схема будови суглоба:

1 — суглобові поверхні кісток; 2 — суглобовий хрящ; 3 — суглобова капсула; 4 — порожнина суглоба, що містить рідину

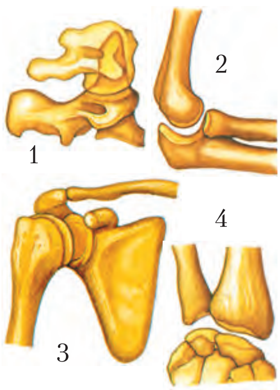


Рис. 75. Різні форми суглобів:

1 — циліндрична;
2 — блокоподібна;
3 — куляста;
4 — еліпсоподібна

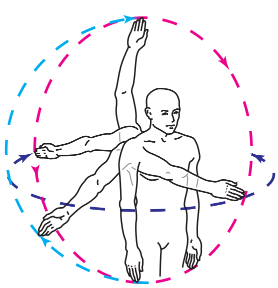


Рис. 76. Різноманітність рухів у плечовому суглобі

ньоутробного розвитку дитини. Процес скостеніння скелета в людини триває протягом усього її життя. Кістки ростуть нерівномірно, особливо в довжину. Найбільша швидкість росту кісток у довжину спостерігається на першому році життя, трохи менша — від 5 до 7 років (перший період витягування). Знову прискорюється ріст кісток у період статевого дозрівання: у дівчат — у 12–13, у хлопців — у 13–14 років. У цей період кістки можуть виростати в довжину на 6–10 см за рік. Ростуть вони тільки до 20–25 років: у товщину — за рахунок окістя, а в довжину — хряща.

Ріст кісток регулюється гормоном росту, який виробляє гіпофіз, і залежить від обміну мінеральних речовин, насамперед Кальцію і Фосфору та вітамінів D і A. Через нестачу вітаміну D діти хворіють на рахіт *(рис. 13)*. На ріст, розміри й форму кісток впливає також тривала дія певного фізичного чинника. Скелетні м'язи, які активно працюють, стимулюють ріст кісток, до яких вони прикріплені.

З'єднання кісток. Розрізняють рухомі, напіврухомі та нерухомі кісткові з'єднання.

Суглоби — це рухоме з'єднання кісток. Саме вони забезпечують їх рухливість у різних напрямах. Людина має майже 230 суглобів. У кожному з них є суглобові поверхні кісток, хрящ, сумка (капсула) і порожнина *(рис. 74)*.

Суглобові поверхні кісток укриті хрящем. У здорової людини він пружний, рівний, і це зменшує тертя між кістками під час руху.

Форми обох суглобових поверхонь відповідають одна одній *(рис. 75)*: якщо на одній кістці поверхня опукла (суглобова головка), то на другій вона відповідно ввігнута (суглобова впадина).

Надзвичайна доцільність будови та злагоджені функції суглобів тіла людини забезпечують найвигідніші умови для руху. Наприклад, плечовий суглоб, який виконує широкі та вправні рухи в багатьох площинах і напрямах, має кулясту форму *(рис. 76)*. Колінний суглоб, велика рухливість якого небезпечна (можна впасти при ходьбі), нагадує одноосьовий шарнір. Суглоби руки пристосовані до виконання тонких, управних, складних рухів.

Капсула суглоба — міцна еластична сполучна тканина. Значення її подвійне: вона міцно тримає

з'єднання кісток і запобігає вивиху, а клітини її внутрішньої поверхні виробляють рідину, що змащує поверхню суглоба та зменшує тертя між хрящами суглобових поверхонь кісток. Якщо при запаленні суглоба вироблення цієї рідини зменшується або навіть припиняється, суглоб ніби висихає. Це спричиняє біль, обмежує рухи в ньому.

Напіврухоме з'єднання утворюється за допомогою хряща між тілами хребців. Еластичний хрящ захищає хребетний стовп від пошкоджень, надмірного розтягування та стискування.

Нерухоме з'єднання кісток — таке, за якого між кістками є прошарок сполучної тканини або хряща. Щілина чи порожнина між ними відсутня. Вони мають велику пружність, але обмежену рухливість. Прикладом нерухомого з'єднання кісток за допомогою сполучнотканинного прошарка є шви між кістками черепа.

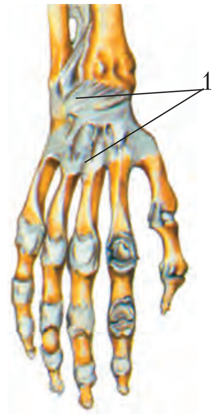


Рис. 77. Скелет кисті з міжсуглобовими зв'язками (1)

З'єднання кісток також забезпечують *зв'язки (рис. 77)* — товсті пучки, утворені еластичною сполучною тканиною. Вони прикріплені перехресно від однієї кістки до іншої, що сприяє зміцненню суглобів і обмеженню їхньої надмірної рухливості та запобігає вивихам.

Думаємо, розуміємо, відповідаємо. **1.** Обґрунтуйте значення опорно-рухової системи для організму людини. **2.** Охарактеризуйте особливості будови опорно-рухової системи. Поясніть її функції. **3.** Визначте взаємозв'язок мікроскопічної будови та функцій кісток. **4.** Визначте взаємозв'язок анатомічної будови кісток з її фізіологічними функціями. **5.** Поясніть, завдяки чому відбувається ріст кісток. **6.** До якого типу тканин належать кісткова та хрящова тканини? **7.** Які особливості будови та хімічного складу кісток людини надають їм міцності та пружності? **8.** Поясніть, як хімічний склад кісток пов'язаний з їхніми функціями й віком людини. **9.** Як фізична праця та спорт впливають на будову кісток? **10.** Що ви знаєте про типи з'єднання кісток?

Домашнє завдання. Запишіть у зошит у вигляді таблиці приклади різних форм суглобів скелета людини. Скільки всього суглобів має людина?

§ 29 БУДОВА ТА ФУНКЦІЇ СКЕЛЕТА ЛЮДИНИ

ОСНОВНІ ПОНЯТТЯ І ТЕРМІНИ: скелет, череп, хребет, хребці, крижі, куприк, грудна клітка, пояс верхніх кінцівок, вільна верхня кінцівка, пояс нижніх кінцівок, вільна нижня кінцівка.

Скелет людини поділяється на осьовий (голова, тулуб, грудна клітка) і додатковий (верхні та нижні кінцівки) *(рис. 78)*.

Скелет голови, або ***череп*** *(рис. 79, 80)*, має *мозкову* та *лицеву частини*. На відміну від вищих тварин, у людини мозкова частина значно переважає

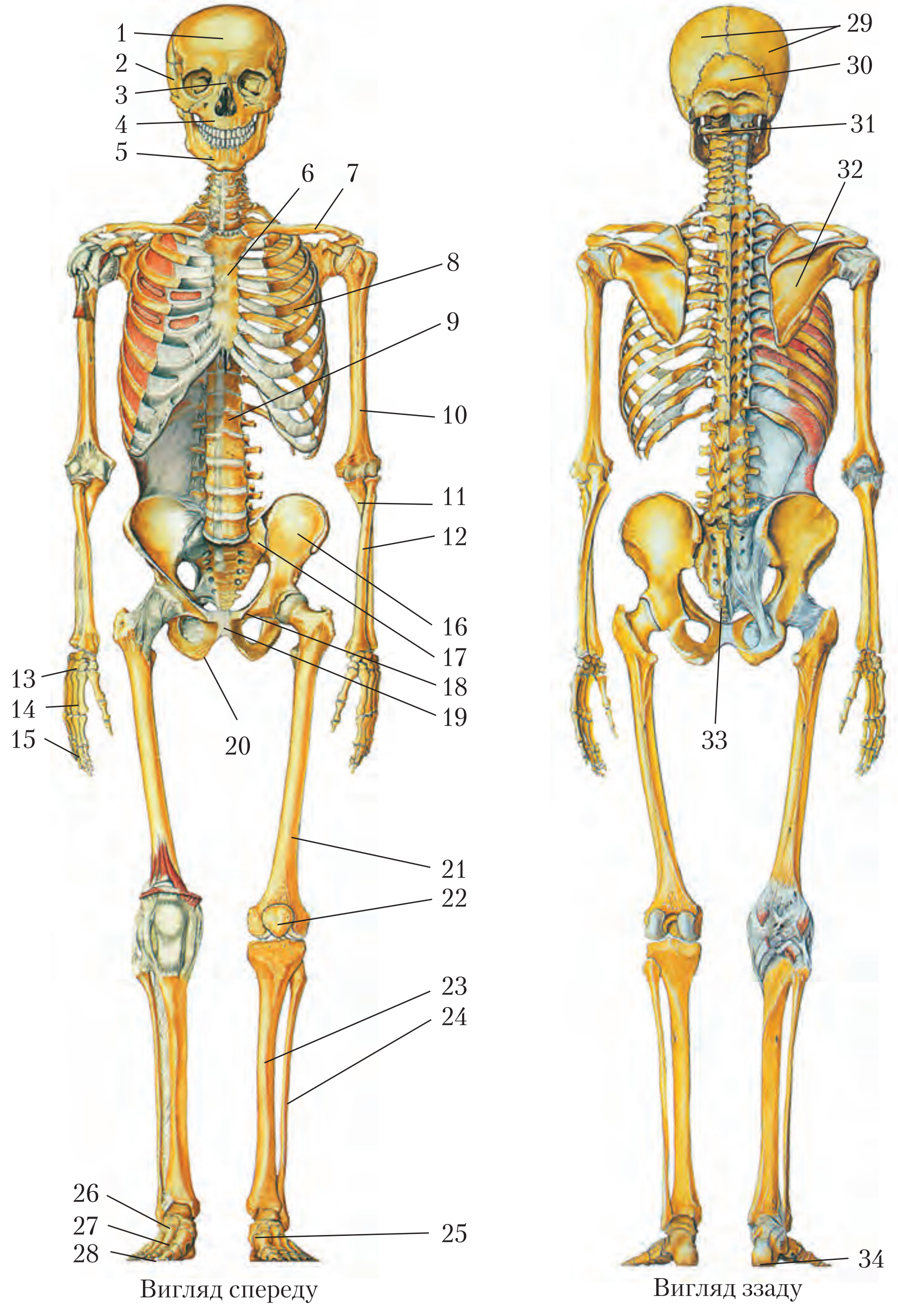


Рис. 78. Кістки скелета:

1 — лобна; 2 — скронева; 3 — носова; 4 — верхня щелепа; 5 — нижня щелепа; 6 — груднина; 7 — ключиця; 8 — ребра; 9 — хребет; 10 — плечова; 11 — ліктьова; 12 — променева; 13 — зап'ясток; 14 — п'ясток; 15 — фаланги; 16 — клубова; 17 — крижі; 18 — лобкова; 19 — лобковий симфіз; 20 — сіднична; 21 — стегнова; 22 — надколінок; 23 — великогомілкова; 24 — малогомілкова; 25 — надп'яткова; 26 — передплесно; 27 — плесно; 28 — фаланги; 29 — тім'яні; 30 — потилична; 31 — атлант; 32 — лопатка; 33 — куприк; 34 — п'яткова

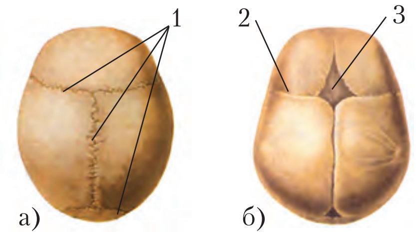


Рис. 79. З'єднання кісток черепа:

а) нерухомі з'єднання кісток черепа — шви (1) (вигляд зверху); б) м'які, рухливі з'єднання кісток (2) і тім'ячко (3) у новонародженої дитини

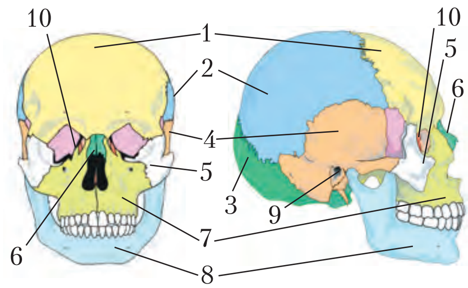


Рис. 80. Кістки черепа:

1 — лобна; 2 — тім'яна; 3 — потилична; 4 — скронева; 5 — вилична; 6 — носова; 7 — верхньощелепна; 8 — нижньощелепна; 9 — слуховий отвір; 10 — орбіта

лицеву. Кістки черепа в дорослої людини з'єднані між собою нерухомо за допомогою швів *(рис. 79, а)*. У новонародженої дитини цих з'єднань немає, кістки черепа мають певну рухливість (цьому допомагає тім'ячко), що дуже важливо під час пологів *(рис. 79, б)*.

У ***мозковому відділі*** міститься головний мозок, органи слуху й рівноваги. Він складається з таких кісток *(рис. 80)*: парні — *тім'яні* та *скроневі* (в останніх розміщений слуховий отвір) і непарні — *лобна* й *потилична*. На нижній частині останньої є *великий потиличний отвір (рис. 81)*, через який порожнина черепа з'єднується зі спинномозковим каналом, тобто головний мозок — зі спинним.

Лицевий відділ черепа *(рис. 80, 81)* становлять 15 кісток, найбільшими з яких є парні *верхньощелепні*, *виличні* та непарна *нижньощелепна* — єдина рухлива кістка черепа. Щелепні кістки мають ямки (луночки), у яких розміщуються корені зубів. У верхній частині лицевого черепа є очні ямки — орбіти.

Скелет тулуба становлять хребет і кістки грудної клітки.

Хребет *(рис. 82)*, або ***хребетний стовп,*** — це головна вісь тіла, тут знаходиться спинний мозок. Він має 33–34 *хребці*. У всіх п'яти відділах хребта — шийному, грудному, поперековому, крижовому й куприковому — вони мають приблизно однакову будову й складаються з тіла, дуги, поперечних відростків і повернутого назад остистого відростка. Посередині хребта є отвір для спинного мозку.

Перший шийний хребець — *атлант* — має особливу будову *(рис. 83)*.

На його верхній поверхні знаходяться суглобові ямки для сполучення з потиличною кісткою черепа. Завдяки цьому суглобу здійснюється рух голови вперед — назад.

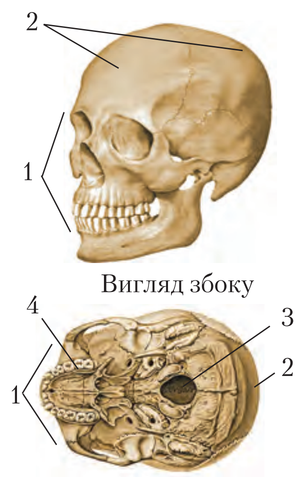


Рис. 81. Череп людини:

1 — лицева частина;
2 — мозкова частина;
3 — потиличний отвір;
4 — зуби верхньої щелепи

Другий шийний хребець — *епістрофей* — має зубоподібний відросток, який входить у спеціальний отвір атланта *(рис. 83)*. Навколо цього відростка здійснюється обертання голови. Це місце хребта найвразливіше щодо пошкоджень.

При переході хребта від шийного до крижового відділу маса та площа хребців збільшуються, а крижові навіть зрощуються, утворюючи міцну *крижову кістку*, або *крижі*. Закінчується хребет 4–5 зрощеними недорозвиненими хребцями — *куприком*. Це рудиментні хвостові хребці.

Між собою хребці з'єднуються хрящами та зв'язками *(рис. 84)*, які, з одного боку, запобігають їхньому зсуванню, а з іншого — забезпечують певну

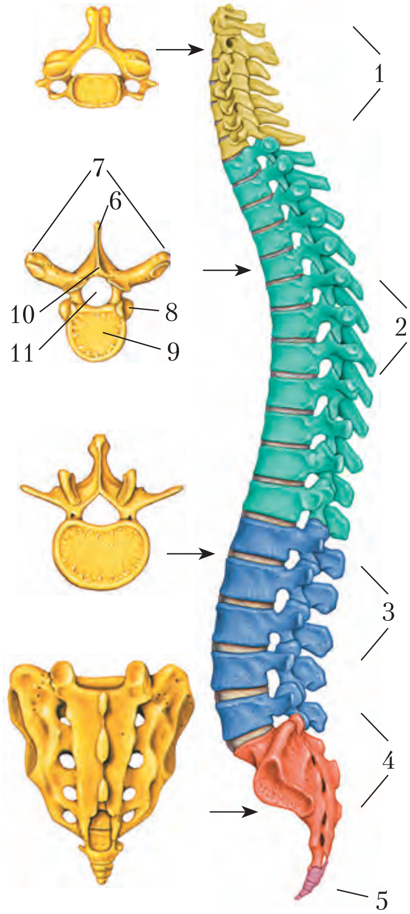


Рис. 82. Відділи хребта й будова хребців:

1 — шийний відділ; 2 — грудний відділ; 3 — поперековий відділ; 4 — крижовий відділ (крижі); 5 — куприк; 6 — остистий відросток; 7 — поперечні відростки; 8 — суглобова поверхня для з'єднання з ребром; 9 — тіло; 10 — дуга; 11 — отвір для спинного мозку

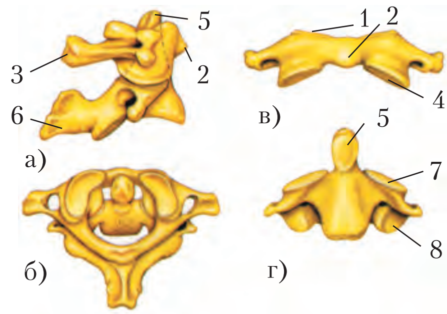


Рис. 83. Шийні хребці:

а) з'єднані хребці (вигляд справа); б) з'єднані хребці (вигляд зверху); в) атлант: 1 — верхні суглобові ямки; 2 — передній бугорок; 3 — задній бугорок; 4 — нижні суглобові поверхні; г) епістрофей; 5 — зуб осьового хребця; 6 — остистий відросток; 7 — верхні суглобові поверхні; 8 — нижні суглобові поверхні

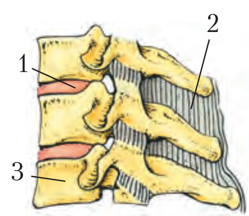


Рис. 84. З'єднання хребців між собою:

1 — хрящ між хребцями; 2 — зв'язки між хребцями; 3 — тіло хребця

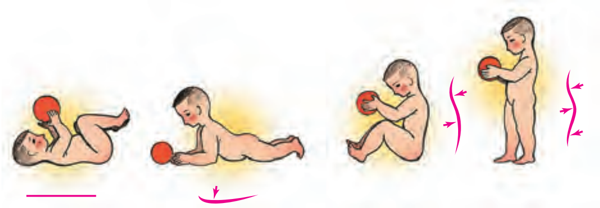


Рис. 85. Формування вигинів хребта розпочинається в дитячому віці

гнучкість хребта. Хребці мають багато горбиків для прикріплення м'язів. Хребет людини має чотири невеликих вигини *(рис. 85)*, які сприяють збереженню рівноваги, пружинять і пом'якшують поштовхи.

Грудна клітка *(рис. 86)* складається з груднини й 12 пар ребер, які спереду кріпляться до груднини, а ззаду — до 12 грудних хребців. З'єднання ребер із грудниною та хребцями досить рухливе, тому грудна клітка може збільшувати свій об'єм під час вдиху й зменшувати на видиху. У людини вона, на відміну від тварин, унизу розширена.

До ***скелета верхніх кінцівок*** належать *плечовий пояс — ключиці* й *лопатки*, *вільна верхня кінцівка*, яка складається з *плечової кістки*, *кісток передпліччя — ліктьової* та *променевої*, а також *кисті*. Остання складається із *зап'ястка*, *п'ястка* й *кісток пальців (рис. 87, а)*. Усі частини кисті з'єднані між собою багатьма суглобами, що робить її дуже рухливою. Найрухливішим є великий палець руки, що має велике значення для трудової діяльності.

Нижні кінцівки людини — це єдиний орган опори та пересування, а тому, на відміну від вищих хребетних тварин, вони мають найбільші та наймiцніші кістки. До ***скелета нижніх кінцівок*** належить *тазовий пояс*, або *таз*, що складається з *крижів* і двох *тазових кісток*. Завдяки прямоходінню в людини сформувався міцний і широкий таз. *Скелет вільної нижньої кінцівки* утворений *стегновою кісткою*, двома кістками гомілки — *великогомілковою* й *малогомілковою*, а також *кістками стопи (рис. 87, б)*. Стопа людини, на відміну від вищих хребетних, має склепіння *(рис. 88)*. Така її будова пом'якшує поштовхи під час руху.

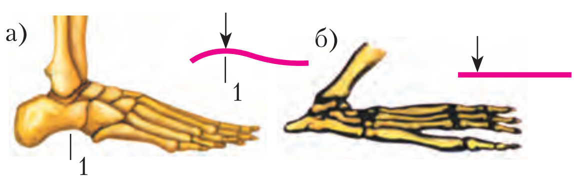


Рис. 88. Скелет стопи людини (а) і мавпи (б):

1 — склепіння стопи в людини

Думаємо, розуміємо, відповідаємо. 1. Назвіть відділи скелета. **2.** Визначте взаємозв'язок будови та функцій скелета голови. **3.** Визначте взаємозв'язок будови та функцій скелета тулуба (хребта, грудної клітки). **4.** Поясніть особливості будови та функцій скелета верхніх кінцівок.

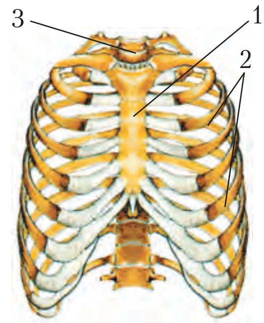
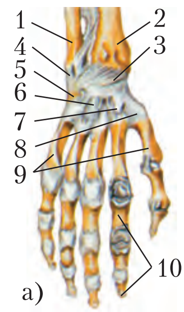


Рис. 86. Будова грудної клітки:

1 — груднина; 2 — ребра; 3 — грудні хребці



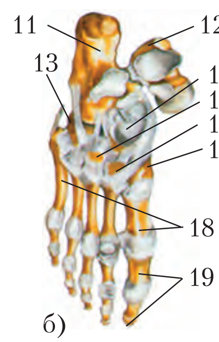


Рис. 87. Скелет кисті (а) і стопи (б):

а) 1 — ліктьова кістка; 2 — променева кістка; 3–8 — зап'ясткові кістки; 9 — п'ясткові кістки; 10 — фаланги пальців; б) 11 — п'яточна кістка; 12–17 — передплеснові кістки; 18 — плеснові кістки; 19 — фаланги пальців

5. Поясніть особливості будови та функцій скелета нижніх кінцівок. **6.** Знайдіть ознаки подібності й відмінності між скелетами різних представників хребетних і людини. Поясніть, про що свідчить подібність між скелетами людини й вищих тварин. **7.** Визначте особливості скелета людини, пов’язані з прямоходінням і працею.

Домашнє завдання. Опишіть відділи скелета людського організму та їх функції.

Це треба знати. Скелет людини складається з 206 кісток.

§ 30 МІКРОСКОПІЧНА Й АНАТОМІЧНА БУДОВА СКЕЛЕТНИХ М’ЯЗІВ

ОСНОВНІ ПОНЯТТЯ І ТЕРМІНИ: скелетний м’яз, мікроскопічна й анатомічна будова м’язів, міофібрили, актин, міозин, групи м’язів.

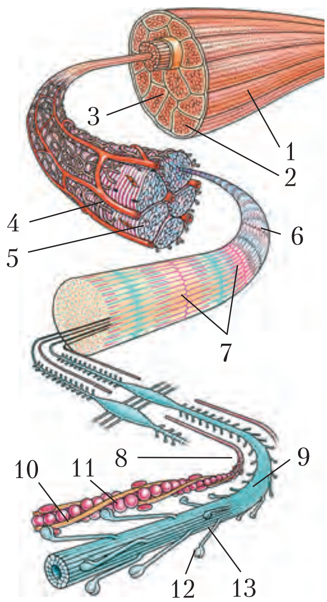


Рис. 89. Будова скелетного м’яза:

1 — м’яз; 2 — м’язові пучки; 3 — перимізій; 4 — капіляр; 5 — м’язові волокна; 6 — міофібрила; 7 — саркомер; 8 — тонкий міофіламент; 9 — товстий міофіламент; 10 — тропоміозин; 11 — актин; 12 — голова молекули міозину; 13 — хвіст молекули міозину

Значення скелетних м’язів. Людина має понад 600 скелетних м’язів, які дають їй змогу пересуватися в просторі — ходити, бігати тощо; приводити в рух окремі частини тіла; підтримувати його рівновагу та певне положення. Вони є місцем, де накопичується глікоген. Скелетні м’язи мають специфічні рецептори м’язового чуття, які дають змогу контролювати положення тіла. Одним із результатів м’язового скорочення є вироблення тепла. Основними фізіологічними властивостями м’язів є *збудливість* і *скоротливість*.

Мікроскопічна будова скелетних м’язів. Ми вже знаємо, що є три види м’язової тканини: посмугована, гладенька, або непосмугована, і серцевий м’яз. Скелетні м’язи — посмуговані, складаються з величезної кількості *м’язових волокон* циліндричної форми, розташованих паралельно. Їх діаметр — 0,01–0,1 мм, а довжина може досягати кількох сантиметрів *(рис. 89)*.

Кількість таких волокон неоднакова в різних м’язах: у дрібних — декілька сотень, у великих — декілька тисяч. Їх сила визначається площею поперечного перерізу всіх волокон м’яза, тобто їх кількістю та товщиною.

Уважається, що в дорослої людини чисельність м’язових волокон стала, а їх діаметр залежить від тренованості м’язів. Що частіше й напруженіше працює м’яз, то його волокна товщі, а отже, м’яз міцніший. Постійні тренування, фізична праця

сприяють збільшенню діаметра м’язового волокна, іноді навіть удвічі.

Багатоядерні клітини посмугованих м’язів — *міоцити* — мають специфічні органели — *скорочувальні волоконця*, або *міофібрили* (з грецьк. *м’яз* і латин. *волоконце, нитка*), двох видів — *товсті* й *тонкі*. Це вони надають м’язам смугастого вигляду, що можна побачити в мікроскоп. Міофібрили утворюють скоротливі білкові молекули надзвичайно складної будови, які називаються *актином* (утворює тонкі волоконця) і *міозином* (утворює товсті волоконця).

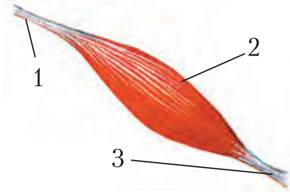


Рис. 90. Відділи скелетного м’яза:

1 — головка; 2 — черевце; 3 — хвіст

У клітинах м’яза є величезні запаси глікогену. Вони потрібні йому як джерело енергії під час скорочення (після перетворення на глюкозу). Організм може використати ці запаси в надзвичайних ситуаціях. Оскільки робота м’язової клітини дуже напружена й потребує багато енергії та кисню, у ній міститься багато мітохондрій.

М’язові волокна утворюють *пучки*, оточені сполучнотканинною оболонкою — *фасцією* (з латин. *пов’язка, зв’язка*), що відокремлює різні групи м’язів, робить їх порівняно самостійними, забезпечуючи унікальні складні рухи різних частин тіла *(рис. 90)*.

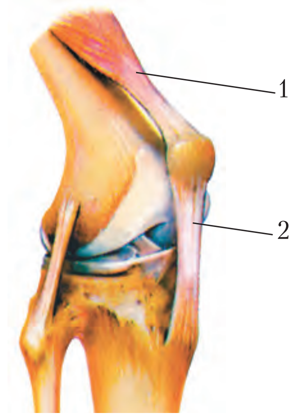


Рис. 91. Місце прикріплення хвоста м’яза (1) до окістя другої кістки; утворення важеля (2)

Анатомічна будова скелетних м’язів *(рис. 91)*. Скелетні м’язи становлять 30–40 % маси тіла дорослої людини (у спортсменів — майже 50 %). Вони повністю вкривають скелет людини; лише в деяких місцях кістки розміщені безпосередньо під шкірою. Тому не тільки скелет, а й м’язи визначають фігуру людини. Скелетні м’язи містять велику кількість нервів і кровоносних судин. Кожний скелетний м’яз приєднаний до окістя в місці горбкуватості кісток двома кінцями *(рис. 90, 91)*. Початковий, нерухомий відділ м’яза називають *головкою*, а протилежний, перекинутий через суглоб до іншої кістки, — *хвостом*; між ними знаходиться потовщена частина м’яза — його тіло, або *черевце*. Є м’язи з однією головкою — прості. Якщо їх дві — це двоголові м’язи, або біцепси (з латин. *двоголовий*), три — триголові, трицепси (з латин. *триголовий*). Обидва кінці м’язів переходять у міцну й еластичну сполучну тканину, що утворює *сухожилля*. Ними м’язи прикріплюються до окістя в місці горбкуватості кісток.

Скорочення скелетних м’язів регулює кора головного мозку за допомогою соматичної нервової системи. Тому рухи людини переважно довільні.

Групи скелетних м’язів *(рис. 92)*. До *м’язів тулуба* належать:

• *м’язи спини*, які допомагають людині утримувати вертикальне положення, вони беруть участь у диханні;

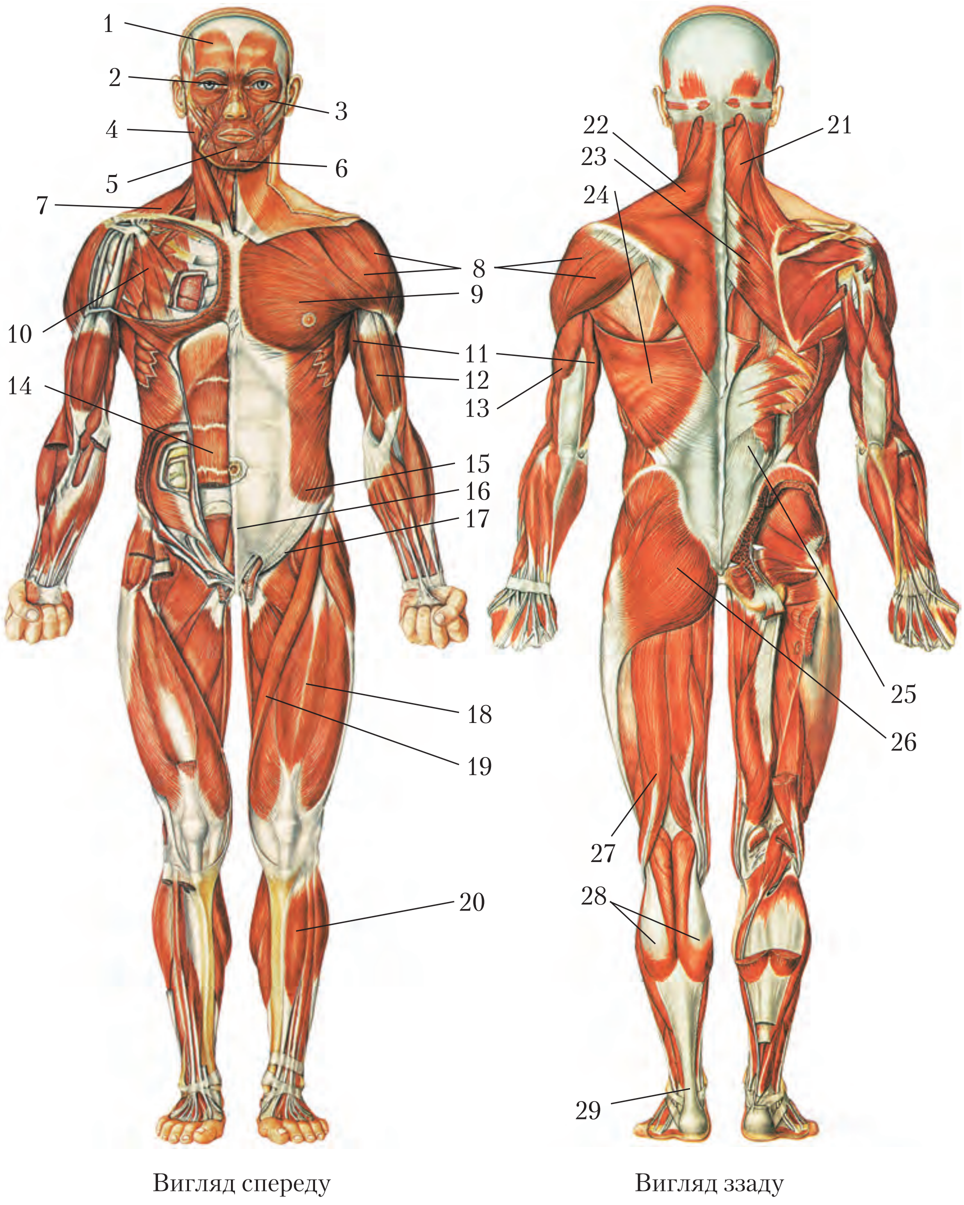


Рис. 92. М'язи людини:

1 — потилично-лобовий; 2 — зморщувач брови; 3 — коловий ока; 4 — жувальний; 5 — коловий рота; 6 — підборідний; 7 — трапецієподібний; 8 — дельтоподібний; 9 — великий грудний; 10 — малий грудний; 11, 13 — триголовий м'яз плеча; 12 — двоголовий м'яз плеча; 14 — прямий м'яз живота; 15 — зовнішній косий м'яз живота; 16 — біла лінія; 17 — пахвинна зв'язка; 18 — чотириголовий м'яз стегна; 19 — кравецький; 20 — передній великогомілковий; 21 — ремінний; 22 — трапецієподібний; 23 — великий ромбоподібний; 24 — найширший м'яз спини; 25 — випрямляч хребта; 26 — великий сідничний; 27 — двоголовий м'яз стегна; 28 — литковий; 29 — п'ятковий (ахіллесів) сухожилок

• *м'язи грудної клітки* — це міжреберні м'язи та діафрагма;

• *м'язи живота*, що беруть участь у згинанні тулуба вперед, убік. Вони утворюють черевний прес, основними функціями якого є утримування внутрішніх органів у певному положенні, участь у диханні, сприяння сечовипусканню, випорожненню, пологам;

• *м'язи верхніх кінцівок* — особливо розвинені дрібні м'язи кисті, завдяки чому вона може виконувати найскладніші операції;

• *м'язи нижніх кінцівок* — найміцніші; на них припадає найбільше навантаження. Вони виконують функцію опори та пересування;

• *м'язи обличчя* за своїми функціями поділяють на жувальні та мімічні. *Жувальні* під час скорочення сприяють пережовуванню їжі, *мімічні* — змінюють вираз обличчя.

Думаємо, розуміємо, відповідаємо. **1.** Обґрунтуйте значення скелетних м'язів в організмі людини. **2.** Назвіть типи м'язової тканини. **3.** Поясніть взаємозв'язок мікроскопічної будови скелетного м'яза з його функціями. **4.** Які особливості будови міофібрил? **5.** Поясніть особливості анатомічної будови скелетних м'язів, пов'язані з їхньою функцією. **6.** Обґрунтуйте особливості м'язової системи людини, пов'язані з вертикальним положенням і працею. **7.** Назвіть групи скелетних м'язів. **8.** Що ви знаєте про м'язи обличчя?

Самостійна робота з підручником. Користуючись текстом параграфа, визначте, які м'язи людини найрозвиненіші. Обґрунтуйте, чим це зумовлено.

Домашнє завдання. Опишіть 4 групи скелетних м'язів та їх функції, користуючись *рис. 92*.

Це треба знати. Складні скорочення мімічних м'язів відображають емоційний стан людини: сум, радість, гнів, скорботу, здивування й захоплення. На відміну від інших скелетних м'язів, мімічні одним кінцем прикріплюються до кістки, а іншим — до шкіри або слизової оболонки. У ділянці прикріплення їхні пучки переплітаються з пучками інших м'язів. Скорочуючись, вони спричиняють утворення складок шкіри, піднімають губи, змінюють просвіт ніздрів. У мімічних рухах обличчя беруть участь майже 100 м'язів! Так, м'язи іронії відтягують кутики рота вгору, а м'язи суму, навпаки, — униз.

Лабораторне дослідження

ТЕМА. Мікроскопічна будова кісткової, хрящової та м'язової тканин

МЕТА: навчитися визначати взаємозв'язок будови та функцій тканин організму людини.

ОБЛАДНАННЯ ТА МАТЕРІАЛИ: мікроскоп, мікропрепарати кісткової, хрящової та м'язової тканин, таблиці мікроскопічної будови цих тканин.

ХІД РОБОТИ

1. Розгляньте готові мікропрепарати кісткової, хрящової та м'язової тканин.

2. Порівняйте побачене під мікроскопом із рисунками на таблицях.

3. Дайте відповіді на запитання: Який існує взаємозв'язок між будовою та функціями тканин, що вивчаються? У чому полягає фізіологічне значення цих тканин для організму?

ВИСНОВОК

Охарактеризуйте взаємозалежність будови та функцій тканин.

§ 31 ФУНКЦІЇ СКЕЛЕТНИХ М’ЯЗІВ. РОБОТА І ВТОМА М’ЯЗІВ

ОСНОВНІ ПОНЯТТЯ І ТЕРМІНИ: скелетні м’язи: скорочення, розслаблення, робота, сила, потужність, тонус, антагоністи, синергісти, втома.

Скорочення посмугованих м’язів — основна їх функція. Скорочення спричиняють нервові імпульси, що надходять руховими нервами з центральної нервової системи. Що інтенсивніше збудження рухових нервів, то сильніше скорочення. Якщо нерви уражені, м’яз стає нерухомим і атрофується.

Посмуговані м’язи ніколи не бувають у стані повного розслаблення, а завжди трохи скорочені, перебувають у тонусі (з грецьк. *напруження*).

Механізм м’язового скорочення *(рис. 93)*. При збудженні м’язового волокна тонкі (актинові) скоротливі волоконця, що орієнтовані паралельно до осі м’яза, починають ковзати вздовж товстих (міозинових), не змінюючи довжини. Цей процес забезпечують іони Кальцію та енергія АТФ, яку виробляють мітохондрії при окисненні глюкози. Довжина м’яза зменшується.

Після *скорочення* обов’язково настає *розслаблення* м’яза. Скоротливі волоконця ковзають у зворотному напрямку й довжина м’яза збільшується.

Величина скорочення за такої сили подразнення залежить від анатомічної будови й фізіологічного стану м’яза. Довгі м’язи скорочуються на більшу величину, аніж короткі. Помірне розтягнення м’яза збільшує скорочувальну дію; при сильному перерозтягненні м’яза скорочення слабшає.

Робота скелетних м’язів відбувається за довільним (свідомим) принципом. При збудженні м’яза одночасно відбуваються два процеси — власне *скорочення* та *напруження (рис. 94)*. Як правило, один із них переважає, що й зумовлює різні режими м’язової роботи. Перший — коли м’яз скорочується, довжина його волокон зменшується, а напруження незначне; другий — коли м’яз напружений, але скорочення незначне.

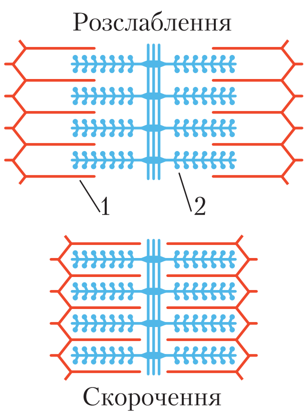


Рис. 93. Механізм м’язового скорочення: 1 — тонкі (актинові) скоротливі волоконця; 2 — товсті (міозинові) скоротливі волоконця

Силу скорочення вимірюють у кілограмах на квадратний сантиметр поперечного перерізу м’яза. Наприклад, для литкового м’яза вона становить 5,9 кг/см^2, для біцепса плеча — 11,4 кг/см^2.

Роботу м’язів вимірюють добутком маси піднятого вантажу на висоту. Вона дорівнюватиме нулю під час скорочення м’яза без навантаження або коли вантаж надто важкий. Найбільшу роботу м’яз виконує за середніх навантажень і середнього ритму скорочень.

Потужність роботи м’яза вираховують величиною роботи за одиницю часу. Максимальною вона буде за середніх навантажень. Роботу м’язів, завдяки якій пересувають вантаж за допомогою рухів кісток у суглобах, називають *динамічною*

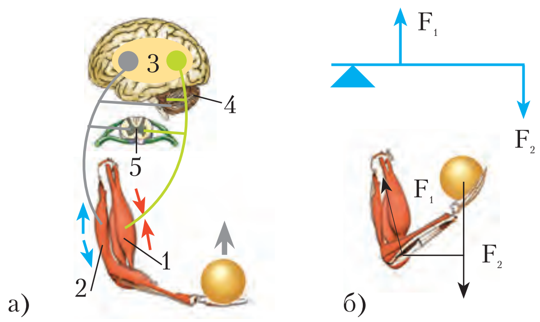


Рис. 94. Робота м’язів:

а) робота згиначів (1) і розгиначів (2). Синіми стрілками позначене розслаблення, червоними — скорочення м’язів. Коли рухові центри головного мозку (3), мозочка (4) і спинного мозку (5) надсилають згиначам наказ скоротитися (зелений колір), одночасно розслаблюються розгиначі (сірий колір) і рука згинається в ліктьовому суглобі; б) схема прикладання зусиль: F_1 — сила скорочення м’яза; F_2 — сила тяжіння предмета

(з грецьк. *сила*). Коли м’язи напружуються, але не скорочуються, така робота називається *статичною* (з грецьк. *нерухомий*). Показник ефективності роботи м’язів — ***коефіцієнт корисної дії***.

У скелетних м’язах він дорівнює 25–30 %; це та частина енергії, яка витрачається м’язом на скорочення. Решта 70–75 % енергії перетворюється на тепло. Тому під час інтенсивної фізичної роботи людині стає жарко.

Узгодженість діяльності різних груп м’язів. М’яз діє на кістки, з’єднані суглобом, подібно до важеля *(рис. 94)*. Щоб виконувати різні точні й часто протилежно спрямовані рухи, скелетні м’язи розміщені так, що дії одного м’яза протиставлені діям іншого. Скорочуючись, м’яз спричиняє рух певної частини тіла, а коли починає працювати протидіючий їй м’яз, вона повертається у вихідне положення. Такі м’язи називають *антагоністами* (з грецьк. *супротивник*). Прикладом їх є *згиначі*, що згинають кінцівку в суглобі, і *розгиначі*, які випрямляють її. Якщо вони скорочуються одночасно, кінцівка випростовується. Наприклад, коли людина стоїть, згадані м’язи утримують тіло в урівноваженому вертикальному положенні.

Є в організмі людини й *м’язи-синергісти* (з грецьк. *ті, що діють разом*), які працюють в одному напрямку. Як правило, у складних рухах водночас беруть участь і антагоністи, і синергісти.

Втома м’язів настає при виконанні важкої роботи тим швидше, чим більшими будуть навантаження на м’яз і швидкість його скорочення. За статичних умов вона настає раніше, аніж за динамічних. При ритмічному режимі праці втома настає пізніше.

Причиною швидкої втоми буває нестача кисню в повітрі, нетренованість або хворобливий стан людини, різні зловживання, неправильний розпорядок дня, недоїдання. Це відбувається тому, що при м’язовому скороченні витрачається багато енергії, а для окиснення глюкози потрібний кисень. У нетренованих людей або таких, у кого хворе серце, кров не встигає постачати м’язи достатньою кількістю кисню, через що глюкоза розкладається не повністю, утворюється продукт її недоокиснення — молочна кислота, яка накопичується в м’язах, спричиняючи біль у них протягом кількох днів.

Засобом запобігання втомі є чергування праці та відпочинку, раціональне харчування та нормальний сон, уникання різних зловживань.



Іван Сєченов

Російський фізіолог, засновник фізіологічної школи ***Іван Сєченов*** (1829–1905) довів, що відновлення працездатності втомлених м'язів руки людини після тривалої роботи прискорюється, якщо в період відпочинку працюють інші м'язи, наприклад м'язи іншої руки або/і нижніх кінцівок. На відміну від звичайного стану спокою, І. Сєченов назвав такий відпочинок *активним*.

Порушення скелетних м'язів. Якщо м'язи з яких-хось причин не працюють (порушення іннервації, кровопостачання, тривала нерухомість тощо), вони атрофуються. М'язові волокна тоншають, частина з них переroджується на сполучну, зокрема жирову, тканину. М'яз зменшується за розміром, його функція значно порушується, що веде до *дистрофії м'язів*. М'язи стають «неслухняними», неспроможними виконувати потрібну людині роботу. Дистрофія м'язів настає внаслідок малорухливого способу життя, неповноцінного харчування, особливо нестачі білків. Іноді вона трапляється в спортсменів через неправильний режим тренувань (перетренування), а також тоді, коли вони раптово припиняють заняття спортом. Дистрофію м'язів спричиняють куріння та постійне алкогольне або наркотичне отруєння.

Думаємо, розуміємо, відповідаємо. **1.** Визначте взаємозв'язок скорочення м'язів із нервовим збудженням. **2.** Поясніть фізіологічний механізм збудження м'язового волокна. **3.** Поясніть фізіологічний механізм скорочення та розслаблення м'яза. Проаналізуйте й обґрунтуйте взаємозв'язок між цими процесами. **4.** Поясніть поняття «тонус», «робота», «сила скорочення» та «потужність м'яза». **5.** Визначте, у чому полягає значення статичної та динамічної роботи м'язів. **6.** Обґрунтуйте, як в організмі узгоджується діяльність різних груп м'язів. **7.** Поясніть причини виникнення та фізіологічні механізми втоми м'язів. **8.** Обґрунтуйте значення ритму й навантаження для роботи м'язів.

Домашнє завдання. Користуючись текстом параграфа, складіть пам'ятку запобігання розвиткові втоми м'язів.

Це треба знати. Важливу роль у виникненні втоми м'язів відіграє центральна нервова система. Доказом цього слугують досліди з гіпнозом (навіюванням), проведені на добровольцях. Так, перебуваючи в стані гіпнозу, досліджувана особа може тривалий час ритмічно й швидко піднімати важку гирю, якщо їй навіювати, що в руках у неї легенький кошик. Навпаки, за навіювання досліджуваній людині, що в її руці — важка гиря, замість легкого кошика, у неї швидко настає втома м'язів.

Лабораторне дослідження

ТЕМА. Розвиток втоми при статичному та динамічному навантаженнях. Вплив ритму й навантаження на розвиток втоми

МЕТА: навчитися вимірювати силу м'язів ручним динамометром; продемонструвати залежність між типом скорочення м'яза, ритмом його скорочення й розвитком втоми; оцінити роботу м'язів при різних навантаженнях.

ОБЛАДНАННЯ ТА МАТЕРІАЛИ: ручний динамометр, ручний еспандер або тенісний м'ячик, гирі різної ваги — від 50 г до 1 кг.

ХІД РОБОТИ

1. Візьміть динамометр розігнутою в лікті рукою. Якомога сильніше стисніть його (рука в лікті при цьому випростана). Цифра на нижній частині циферблата динамометра покаже силу м'язів у кілограмах.

2. Візьміть ручний еспандер (тенісний м'ячик) у руку та зробіть 20 стискань з частотою 1 раз за секунду (динамічне навантаження). Повторіть стискання динамометра.

3. Виміряйте силу на іншій руці. Стисніть еспандер (тенісний м'ячик) і утримайте його в такому стані 20 с (статичне навантаження). Повторіть стискання динамометра. Порівняйте результат із попереднім дослідом.

4. Покладіть руку на стіл, долонею догори. Приєднайте мотузкою до вказівного пальця вантаж і спустіть його зі столу (бажано через блок). Змінюючи вантаж, піднімайте його на максимальну висоту. Розрахуйте, яку роботу виконали м'язи пальця при різних навантаженнях.

5. Виберіть вантаж середньої ваги. З частотою 1 раз за секунду піднімайте його до повної втоми м'язів. Підрахуйте кількість підйомів.

6. Дайте м'язам відпочити 5 хв. Підраховуючи кількість підйомів, піднімайте той самий вантаж із максимальною частотою до повної втоми м'язів. Порівняйте результат із попереднім дослідом.

ВИСНОВОК

Зробіть висновки з проведених дослідів.

§ 32 ГІПОДИНАМІЯ. ПОРУШЕННЯ ФУНКЦІЙ СКЕЛЕТА ТА ЇХ ПРОФІЛАКТИКА

ОСНОВНІ ПОНЯТТЯ І ТЕРМІНИ: гіподинамія, постава, сутулість, викривлення хребта, сколіоз, кіфоз, лордоз, плоскостопість.

Гіподинамія (з грецьк. *під*, *нижче* та *сила*) — обмеження рухової активності, спричинене особливостями способу життя, професійної діяльності, тривалим постільним режимом, перебуванням людини в стані невагомості. Її можна ще назвати *малорухливим способом життя*.

Розвиток техніки та пов'язане з ним полегшення умов праці й побуту значно скоротили навантаження на м'язи людини. Гіподинамія може наставати в шкільному віці через неправильний розпорядок дня учнів, нехтування уроками фізичної культури, недостатнє перебування на свіжому повітрі. Вона є небезпечним станом для організму людини.

Чим небезпечна гіподинамія. Вам уже відомо, що основна маса тіла людини — це посмугована скелетна мускулатура, яка має велику мережу периферичних і соматичних нервів і кровоносних судин. Завдяки цьому вона впливає на кістки, суглоби, кровообіг, дихання, обмін речовин, залози внутрішньої секреції, на діяльність усіх відділів нервової та інших систем. Тому достатній рівень рухової активності сприяє гармонійному анатомічному та функціональному розвиткові організму, підсиленню його опірності неспри-

ятливим умовам довкілля. І навпаки, малорухливий спосіб життя дуже шкідливий для організму, особливо дитячого.

У добровольців, які протягом 70 діб перебували в стані повної нерухомості (так званого рухового голодування), знижувався обмін речовин та енергії; погіршувалися постачання тканин поживними речовинами й киснем; виникало кисневе голодування головного мозку, серця та інших життєво важливих органів; погіршувалася робота дихальної та серцево-судинної систем; збільшувалася кількість жирової тканини в організмі; відбувалося відкладення холестерину в кровоносних судинах, що порушувало кровообіг, тощо. Загалом можна вважати, що в організмі досліджуваних виникав *хворобливий стан*.

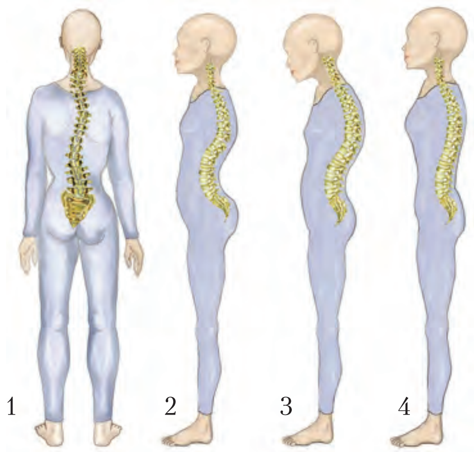


Рис. 95. Види постави:

1— сколіоз; 2 — поперековий лордоз; 3 — грудний кіфоз *(сутулість);* 4 — нормальна постава

Постава — це звичне положення тіла людини в стані спокою та під час руху *(рис. 95)*. Правильна постава робить фігуру людини гарною, забезпечує нормальну діяльність внутрішніх органів.

За наявності порушення постави, особливо в дитячому віці, можуть сформуватися стійкі деформації скелета, погіршується діяльність органів дихання (виникає схильність до застудних хвороб), порушується кровообіг, виникають проблеми з травленням, настає розлад нервової діяльності (погіршується пам'ять, сон, виникає підвищена втомлюваність, головний біль), погіршується зір.

Ознаки правильної постави: природні вигини хребта виражені помірно; спина рівна; лопатки розміщені симетрично, не випинаються; плечі — на одному рівні; живіт утягнутий; ноги прямі; хода нормальна.

Якщо людина не виконує фізичні вправи, м'язи спини та живота в неї стають млявими, і виникає ***сутулість***: спина стає «круглою», голова нахилена вперед, грудна клітка сплющена, плечі зведені, ноги постійно зігнуті в колінах. До сутулої постави, окрім малорухливого способу життя, можуть призводити неправильно підібрані меблі *(рис. 96)*, спання на надто м'якому ліжку, неправильне носіння портфеля чи рюкзака *(рис. 97)*.

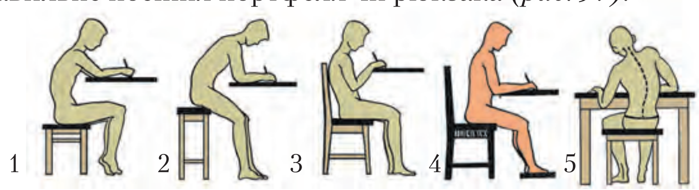


Рис. 96. Схематичне зображення постави за столом:

1–3 — неправильне сидіння, що призводить до виникнення сутулості (1 — надто низьке сидіння; 2 — надто високе сидіння; 3 — надто високий стіл); 4 — правильне положення; 5 — при неправильному сидінні за партою виникає сколіоз

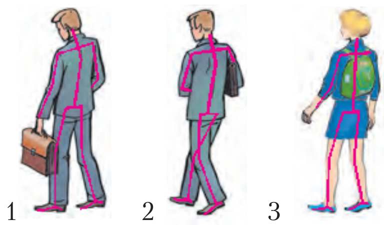


Рис. 97. Схематичне зображення постави школяра при неправильному (1, 2) і правильному (3) носінні важких предметів:

1 — важкий портфель у руці (тулуб викривлюється в бік портфеля); 2 — портфель під пахвою (тулуб викривлюється в протилежний бік); 3 — носіння рюкзака на спині

Запобігти порушенню постави легше, аніж виправити цей недолік. Важливе значення для цього має повноцінне харчування, прогулянки на свіжому повітрі, рухливі ігри, гімнастика, плавання, загартовувальні процедури, правильно підібрані меблі. Одяг має бути вільним, щоб не заважав рухам. Треба звертати увагу на освітлення, оскільки за його недостатності діти починають сутулитися.

Викривлення хребта — це такі порушення, коли посилюються фізіологічні вигини хребта або з'являються нові, нефізіологічні. Вони бувають наслідками захворювання на рахіт, травм хребта, слабкості м'язів, неправильної постави.

Частіше трапляється бічне викривлення хребта — ***сколіоз*** *(рис. 95, 98)*, коли під час занять дитина сидить неправильно й м'язи спини навантажені нерівномірно. У спині виникає ниючий біль, особливо під час сидіння; одне плече стає нижчим за інше; одна з лопаток випинається більше, аніж друга, спотворюється постава.

До інших порушень належить ***кіфоз*** — викривлення хребта назад і ***лордоз*** — викривлення хребта вперед *(рис. 98)*.

Щоб запобігти викривленням хребта, треба:

- постійно тренувати своє тіло, робити ранкову гімнастику; грати в рухливі ігри на свіжому повітрі, плавати в річці чи басейні, загартовуватися;
- добре харчуватися;
- спати на твердому ліжку, на різних боках, подушка має бути невисокою;
- запобігати плоскостопості;
- правильно сидіти за партою або за столом;
- стежити за своєю поставою, не сутулитися.

Якщо у вас виник сколіоз або інші викривлення хребта, обов'язково зверніться до лікаря. Він запропонує спеціальну лікувальну фізкультуру, масаж.

Плоскостопість. Як ми знаємо, стопа людини має бути пружною, нагадувати склепіння. Якщо вона рівна, це ознака плоскостопості, яка буває вродженою або набутою внаслідок носіння надто тісного чи просторого взуття, на дуже ви-

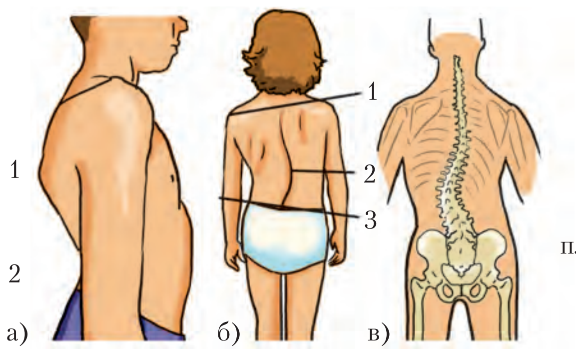


Рис. 98. Порушення постави:

а) грудний кіфоз (1) і поперековий лордоз (2); б) сколіоз (1 — асиметрія пліч і лопаток; 2 — бокове викривлення хребта; 3 — асиметрія тазу); в) деформація грудної клітки при сколіозі

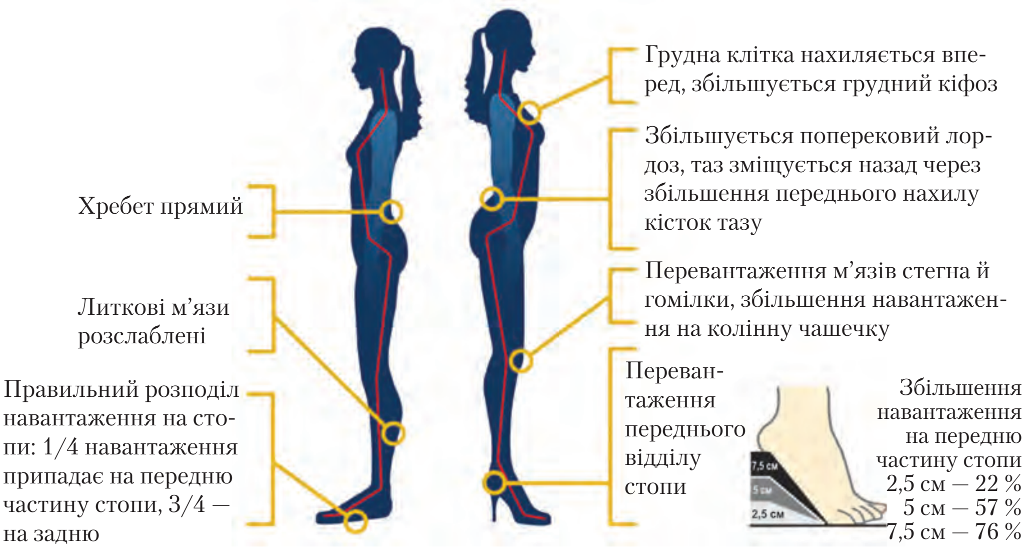


Рис. 99. Вплив носіння взуття на високих підборах на поставу та формування плоскостопості



Рис. 100. Сліди на піску нормальної стопи (а) і плоскої стопи (б)

соких підборах або без них *(рис. 99)*. Причиною цього захворювання може стати нетренованість м’язів ніг чи велике навантаження на стопу в людей, які тривалий час перебувають на ногах (продавці, перукарі). Для плоскостопості характерні болі в ногах і хребті, підвищена втомлюваність ніг, спотворення постави й ходи. Щоб дізнатися, чи є у вас плоскостопість, уважно роздивіться свій слід на піску *(рис. 100)*.

Щоб запобігти плоскостопості, обов’язково треба стежити за поставою — тримати голову прямо, не розводити широко носки під час ходьби; ходити босоніж по нерівній поверхні, піску — це рефлекторно спричинить напруження м’язів, які підтримують склепіння стопи. Якщо плоскостопість уже є, треба звернутися до лікаря, який призначить спеціальне взуття й лікувальні фізичні вправи.

Думаємо, розуміємо, відповідаємо. **1.** Поясніть походження терміна «гіподинамія». **2.** Проаналізуйте причини виникнення гіподинамії. **3.** Обґрунтуйте негативний вплив гіподинамії на опорно-рухову систему. **4.** Обґрунтуйте порушення обміну речовин при гіподинамії. **5.** Дайте визначення поняття «постава». Розгляньте *рис. 95* і порівняйте види постав. **6.** Назвіть ознаки правильної постави. **7.** Поясніть причини виникнення сутулості. Назвіть її ознаки. **8.** Поясніть причини викривлення хребта. **9.** Розгляньте *рис. 96*. Поясніть, чому виникає сколіоз. **10.** Які заходи профілактики сколіозу ви знаєте? **11.** Поясніть причини виникнення плоскостопості. **12.** Які порушення в організмі спричиняє неправильно підібране взуття?

Самостійна робота з підручником. **1.** Користуючись текстом параграфа, складіть програму запобігання плоскостопості. **2.** Поясніть, як правильно підібрати взуття.

Домашнє завдання. Поясніть причини виникнення сутулості та сколіозу й методи лікування цих захворювань.

§ 33 ЗНАЧЕННЯ ФІЗИЧНИХ ВПРАВ ДЛЯ ОРГАНІЗМУ ЛЮДИНИ. ДОМЕДИЧНА ДОПОМОГА ПРИ УШКОДЖЕННЯХ ОПОРНО-РУХОВОЇ СИСТЕМИ

ОСНОВНІ ПОНЯТТЯ І ТЕРМІНИ: фізкультура, спорт, фізичний самоконтроль, травма, переломи, вивихи, удар м'яких тканин, розтягнення зв'язок, струс мозку.

Фізична культура і спорт. ***Фізична культура*** об'єднує певні заходи, основним елементом яких є спеціально підібрані вправи та їх комплекси, спрямовані на загальне зміцнення організму, його фізичний розвиток, засвоєння потрібних для життя рухових навичок, відновлення здоров'я у хворих та ослаблених людей. Це ранкова та лікувальна гімнастики, загартовування організму, рухливі спортивні ігри (волейбол, теніс, футбол тощо).

Спорт — це система фізичних вправ і постійних тренувань. Йому властивий змагальний характер, боротьба за перемогу, спортивні досягнення. Спорт не тільки загартовує тіло, а й розвиває вольові якості — сміливість, витримку, почуття колективізму, надзвичайну дисциплінованість. Спортивні заняття потребують від людини значного фізичного та психічного навантаження, які можуть зашкодити нетренованому організму. Тому перед тим як розпочати займатися спортом, обов'язково пройдіть спеціальне медичне обстеження.

Фізичний самоконтроль — це регулярне спостереження за станом свого здоров'я. Він дає змогу людині, яка займається фізкультурою чи спортом, оцінювати ефективність фізичних вправ або спортивних тренувань, дотримуватися правил особистої гігієни.

Для здійснення самоконтролю треба вести щоденник. Результати тренувань, записані в ньому, допоможуть виявити відхилення в стані здоров'я й вирішити, збільшити чи зменшити фізичне навантаження. Перевтома може спричинити безсоння чи сонливість. Тому в щоденнику варто записувати тривалість сну та його характер (міцний, переривчастий, неспокійний).

Часто після перших занять, особливо в нетренованої людини, виникає біль у м'язах через накопичення в них молочної кислоти, який триває кілька днів. Продовження занять, масаж, теплий душ сприяють його зникненню. У деяких людей під час виконання фізичних вправ або після них може виникати біль у правому або лівому підребер'ї. За таких обставин необхідно знизити інтенсивність рухів і глибоко подихати. Якщо біль триватиме, треба звернутися до лікаря.

Про успішність занять фізкультурою або спортом свідчить частота пульсу. У спокійному стані частота пульсу дорослої людини становить 60–85 ударів за хвилину. Залежно від темпу виконання спортивних вправ він може

прискорюватися до 120–180 ударів. Нормальна частота пульсу має відновитися через 5–10 хв при помірному навантаженні та через 15–30 хв — після інтенсивних тренувань.

Зміну м'язової сили під дією фізичних вправ або тренувань можна визначити за показниками сили м'язів кисті, які вимірюються ручним динамометром.

Поняття про травму. ***Травмою*** називають порушення цілісності та функцій тканин (органів) унаслідок зовнішнього впливу.

Травми на виробництві виникають тоді, коли людина нехтує правилами техніки безпеки або через професійну необізнаність. Водії, пасажири, пішоходи (здебільшого діти) зазнають травм, коли порушують Правила дорожнього руху. Побутові травми виникають унаслідок неправильного користування домашньою технікою. У дітей травми часто трапляються під час проведення спортивних ігор, через пустощі, агресивні вчинки.

Травми бувають закритими та відкритими. ***Закриті травми*** не супроводжуються порушенням цілісності зовнішніх покривів тіла. До них належать закриті переломи, вивихи, удар м'яких тканин, розтягнення зв'язок. При ***відкритих травмах*** порушується цілісність зовнішніх покривів тіла, виникає кровотеча.

Переломи кісток і надання домедичної допомоги. Переломи кісток бувають закритими та відкритими. При ***відкритому переломі*** пошкоджуються ще й м'які тканини та шкірні покриви, виникає кровотеча; зламані кістки видно з-під шкіри. Будь-який перелом кістки небезпечний своїми ускладненнями. Уламки кісток можуть пошкодити кровоносні судини, нерви та внутрішні органи. При переломі виникає сильний біль, який може спричинити непритомність травмованого, тяжкі порушення в серцево-судинній системі аж до больового шоку та зупинки серця.

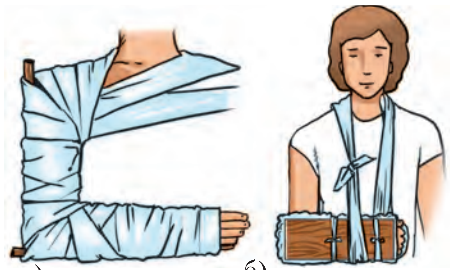
Як розпізнати перелом і надати домедичну допомогу потерпілому. У ділянці перелому відчувається сильний біль, з'являється набряк, деформується ушкоджене місце. Якщо перелом відкритий, не можна видаляти уламки кісток або вправляти їх. Треба зупинити кровотечу, змастити шкіру навколо рани розчином йоду та накласти стерильну пов'язку, дати знеболювальні ліки.

Обов'язково потрібно іммобілізувати (з латин. *нерухомий*), тобто знерухомити місце перелому. Щоб не зміщувалися уламки кістки, застосовують стандартні шини або лижі, палиці, дошки, парасольки тощо. Шини накладають так, щоб захопити не тільки місце перелому, а й два суглоби, прилеглі до нього *(рис. 101)*. Після надання домедичної допомоги треба доставити хворого в лікарню, викликавши «швидку допомогу», або використати для цього будь-які придатні для транспортування засоби: ноші, двері, стільці.

Вивих і надання домедичної допомоги. Під час вивиху зміщуються кістки, з яких складається суглоб, перерозтягуються м'язи, зв'язки, які часто рвуться, що спричиняє сильний біль. Рухи в суглобі обмежені й болісні. Його форма змінюється.

Домедична допомога полягає в тому, щоб забезпечити нерухомість суглоба: хвору руку необхідно підвісити на хустці, а на ногу накласти шину з допоміжних засобів. Для зменшення болю на травмований суглоб треба покласти міхур із льодом або холодний компрес. Після цього потерпілого необхідно доставити в лікувальну установу.

Це треба пам'ятати! Не можна самостійно управляти вивих, аби не завдати людині непоправної шкоди.



а) б)

Рис. 101. Накладання шин при переломі кісток передпліччя *(а)* і плеча *(б)*

Домедична допомога при ударі м'яких тканин і розтягненні зв'язок. ***Удар м'яких тканин*** (шкіри, підшкірної основи, м'язів) часто є наслідком побутової травми. При ньому шкірні покриви залишаються непошкодженими, а в м'яких тканинах утворюється крововилив, виникає відчуття болю, набряк.

Щоб послабити біль і зменшити набряк, прикладіть до місця удару чисту серветку або рушник, змочені холодною водою. Після того як вони нагріються, міняйте їх на холодні. Можна застосовувати гумовий міхур або поліетиленовий пакет, наповнені льодом чи снігом. Зменшенню набряку й крововиливу також сприяє накладання стискувальної пов'язки.

Розтягнення зв'язок — травма, яка часто трапляється в ділянці гомілковостопних суглобів. Після неї виникають набряк, крововилив і біль. Відразу після травми треба трохи підняти ногу, забезпечити нерухомість суглоба, прикласти до нього міхур із льодом або змочений холодною водою рушник. Потім накласти стискувальну пов'язку. Якщо через кілька годин набряк не спаде, необхідно звернутися до лікаря.

Закрита черепно-мозкова травма дуже небезпечна у зв'язку з пошкодженням головного мозку. До найпоширеніших закритих черепно-мозкових травм належить ***струс мозку***, який супроводжується непритомністю від декількох секунд до кількох хвилин. Може виникати головний біль, нудота, блювання, порушення пам'яті. При струсі мозку необхідно прикласти холодний компрес до голови та негайно доставити хворого в лікарню на ношах.

Думаємо, розуміємо, відповідаємо. **1.** Охарактеризуйте механізми фізіологічної дії фізкультури та спорту на організм людини. **2.** Чому в спортсменів розвинуті не тільки м'язи кінцівок, а й серця та грудної клітки? **3.** Поясніть значення фізичного самоконтролю. **4.** Назвіть показники фізичного самоконтролю. **5.** Поясніть поняття «травма». **6.** Які види травм вам відомі? **7.** Назвіть ознаки перелому кісток. Обґрунтуйте заходи домедичної допомоги при переломах різних кісток. **8.** Опишіть заходи надання домедичної допомоги при вивихах суглобів і розтягненні зв'язок. **9.** Обґрунтуйте ознаки удару м'яких тканин і способи надання домедичної допомоги при ньому. **10.** Поясніть, чому струс мозку — небезпечна травма.

Самостійна робота з підручником. Користуючись текстом параграфа, складіть «рекламу» й «антирекламу» малорухливого способу життя (гіподинамії).

Домашнє завдання. **1.** Складіть «Щоденник здоров'я» на основі показників свого фізичного стану організму. **2.** Складіть і запишіть у зошит пам'ятку «Домедична допомога при ушкодженнях скелета». **3.** Користуючись підручником і додатковою літературою, розробіть проект на теми: «Гіподинамія — ворог сучасної людини» або «Рухова активність — основа фізичного здоров'я».



ТЕМА 7
ЗВ’ЯЗОК ОРГАНІЗМУ ЛЮДИНИ ІЗ ЗОВНІШНІМ СЕРЕДОВИЩЕМ. НЕРВОВА СИСТЕМА

§ 34 ЗАГАЛЬНА БУДОВА ТА ФУНКЦІЇ НЕРВОВОЇ СИСТЕМИ. ЗБУДЖЕННЯ ТА ГАЛЬМУВАННЯ. ПЕРЕДАВАННЯ ІМПУЛЬСІВ У НЕРВОВІЙ СИСТЕМІ

ОСНОВНІ ПОНЯТТЯ І ТЕРМІНИ: функція інтеграції, нейрон, сіра та біла речовина головного й спинного мозку, дендрити, аксони, нейроглія, центральна та периферична нервова система, збудження, гальмування, нервові імпульси, синапси.

Із зоології ви знаєте, що нервова система формується, як тільки виникають багатоклітинні організми. Основною її функцією є об’єднання клітин тіла в єдину структурно-функціональну систему. Така функція називається ***інтеграторною*** *(об’єднувальною)*. У зв’язку з виконанням цієї функції, клітини, що утворюють нервову систему, мають особливу будову: велику кількість відростків, завдяки яким з’єднуються між собою та з іншими клітинами організму. Таку клітину називають *нейроном* (з грецьк. *жила, нерв*) *(рис. 102)*.

Нейрон — це високоспеціалізована клітина, яка вже втратила здатність до поділу. У ній обмежені й процеси регенерації. Тому при пошкодженні нервова клітина здебільшого гине. Для нормального функціонування ці клітини потребують велику кількість кисню, поживних речовин, мікроелементів тощо, тому кожна з них оточена, у середньому, десятьма клітинами-супутниками. Вони допомагають нейронам у виконанні трофічної функції та є для них опорою. Ці клітини утворюють ***нейроглію*** (з грецьк. *нейрон* і *клей*), яка разом із нейронами становить нервову тканину.

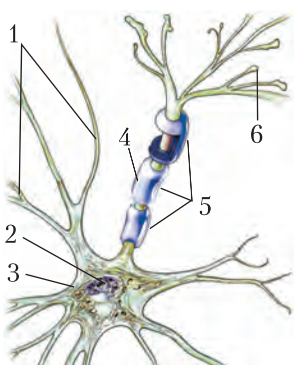


Рис. 102. Схематична будова нейрона:

1 — дендрити; 2 — ядро; 3 — тіло нейрона; 4 — жироподібна оболонка; 5 — аксон; 6 — закінчення аксона

Людина має приблизно 10–15 млрд нервових клітин. Усі вони закладаються в нервовій системі в період ембріонального розвитку й після народження їх кількість не збільшується. Лише 10–15 млн нервових клітин утворюють спинний мозок і периферичні нервові сплетення *(ганглії)*, а решта, тобто 99,9 %, зосереджена в головному мозку.

Тіла нейронів, як правило, розташовані в центральній нервовій системі — головному та спинному мозку, а також у мозкових ядрах, утворюючи ***сіру***

речовину. А відростки нервових клітин разом із клітинами нейроглії утворюють ***білу речовину***.

Основні функції нейрона — *отримання інформації* з різних ділянок організму та довкілля, її *аналіз, зберігання* та *передавання* у вигляді команд — *нервових імпульсів* — до робочого органа.

За своїм функціональним призначенням нейрони поділяються на: ***чутливі***, які сприймають інформацію з рецепторів внутрішнього середовища організму та довкілля, ***рухові***, які посилають нервові імпульси до робочих органів, і ***вставні***, що зв'язують між собою чутливі нейрони з руховими.

Нервова клітина має два типи відростків — дендрити й аксони *(рис. 102)*. Ті, що сприймають інформацію й передають її в напрямку до тіла нервової клітини, називають *дендритами*. Зазвичай вони короткі, їх багато, і вони утворюють дендритичне дерево. Дендрити чутливих клітин можуть бути дуже довгими.

Відросток, який передає інформацію до інших клітин, — це *аксон*. Здебільшого аксон довгий. Його кінець розгалужується, утворюючи аксональне дерево, що забезпечує контакт із великою кількістю клітин.

Відділи нервової системи. Нервова система поділяється на центральну нервову систему (ЦНС) — головний і спинний мозок — і периферичну нервову систему *(рис. 104)*.

Периферична нервова система є частиною нервової системи, що розміщена поза головним і спинним мозком. Центральна нервова система через периферичну здійснює регуляцію функцій різних систем, органів і тканин. До периферичної нервової системи належать *черепномозкові* (12 пар) і *спинномозкові* (31 пара) *нерви* та *периферичні нервові сплетення*.

Периферична нервова система функціонально ділиться на соматичну й вегетативну.

Соматична нервова система (з латин. *тіло*) — це частина нервової системи, що забезпечує зв'язок центральної нервової системи з шкірою, м'язами, сухожиллями та зв'язками, з навколишнім середовищем завдяки шкірній і м'язовій чутливості, а також забезпечує керування довільними скороченнями скелетної мускулатури.

Вегетативна (автономна) ***нервова система*** керує роботою внутрішніх органів.

Нерви утворені відростками нервових клітин, тіла яких розміщені в головному та спинному мозку. Вони зібрані в пучки й укриті ззовні сполучнотканинною оболонкою. Кожне окреме нервове волокно вкрите жироподібною речовиною — *мієліном*, який виконує функцію електричного ізолятора *(рис. 103)*.

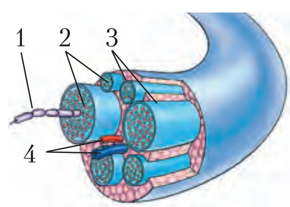


Рис. 103. Схема будови нерва:

1 — жироподібна оболонка; 2 — нервові волокна; 3 — пучки нервових волокон; 4 — кровоносні судини

Нерви, що несуть інформацію від рецепторів до центральної нервової системи, називаються *чутливими*, або *аферентними*. Ті, що проводять імпульс від центральної нервової системи до органів і тканин, —

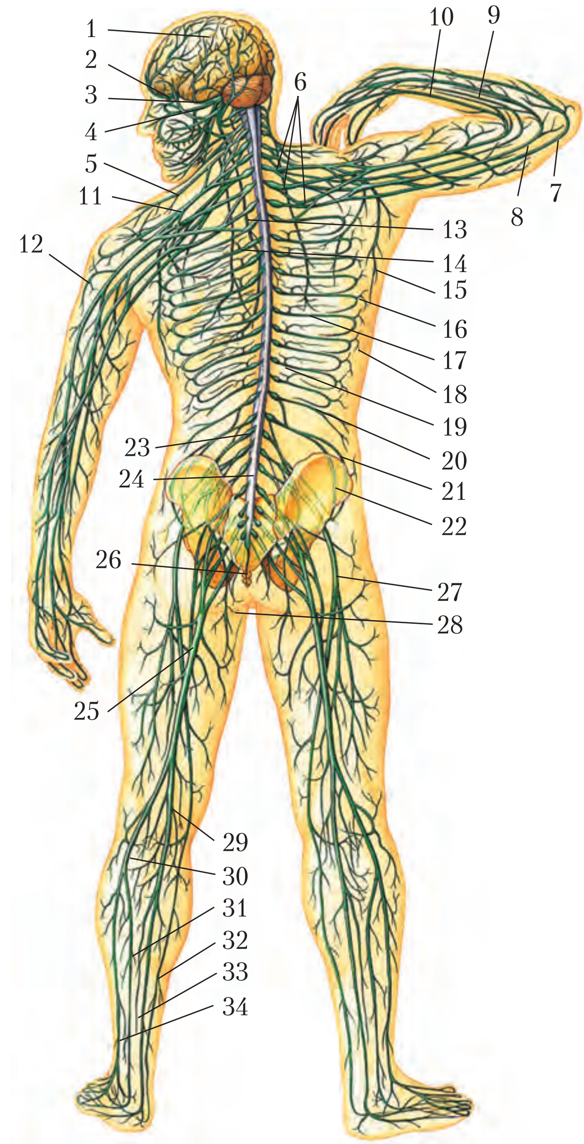


Рис. 104. Нервова система:

1 — головний мозок; 2 — зоровий нерв; 3 — вушно-скроневий нерв; 4 — лицевий нерв; 5 — надключичний нерв; 6 — плечове сплетення; 7 — ліктьовий нерв; 8 — серединний нерв; 9 — м’язовий нерв; 10 — променевий нерв; 11 — пахвовий нерв; 12 — дельтоподібний нерв; 13 — блукаючий нерв; 14 — діафрагмальний нерв; 15 — латеральний грудний нерв; 16 — латеральні шкірні гілки міжреберних нервів; 17 — міжреберні нерви; 18 — медіальні шкірні гілки міжреберних нервів; 19 — задні гілки міжреберних нервів; 20 — підреберний нерв; 21 — клубово-підчеревний нерв; 22 — клубово-пахвовий нерв; 23 — спинномозковий вузол; 24 — спинний мозок; 25 — сідничний нерв; 26 — кінцева нитка; 27 — стегновий нерв; 28 — соромітний нерв; 29 — великогомілковий нерв; 30 — загальний малогомілковий нерв; 31 — глибокий малогомілковий нерв; 32 — підшкірний нерв; 33 — міжкістковий нерв; 34 — поверхневий малогомілковий нерв

еферентними — *руховими* (іннервують м'язову тканину), або *секреторними* (іннервують залози). Відростки нейронів вегетативної нервової системи формують *вегетативні*, або *живильні*, *нерви* (забезпечують обмінні процеси в тканинах). Існують також *мішані нерви*, які одночасно містять чутливі й еферентні або інші нервові волокна.

Збудження та гальмування. Нейрони продукують електричні нервові імпульси у відповідь на дію подразника із середини чи ззовні тіла. Здатність нейрона реагувати на подразник називається ***збудливістю***. А сам нервовий імпульс є проявом *збудження* та відповіддю нервової клітини на дію подразника. Таку невидиму оком відповідь називають *неврологічною*.

Зниження чутливості нервових клітин до дії подразника називається ***гальмуванням***. Гальмування викликають спеціальні гальмівні нейрони. Воно захищає нервову систему від надмірного збудження. Зниження чутливості нейронів до дії подразників може також бути результатом їх утоми або отруєння токсичними речовинами.

Нервовий імпульс — це короткочасна зміна електричного заряду мембрани нервової клітини *(рис. 105)*. Амплітуда такого імпульсу становить приблизно 0,1 В, а тривалість — 0,001–0,004 с. У нервовій клітині за секунду може виникати до 1000 нервових імпульсів.

За рахунок цих імпульсів нервова система кодує (записує) інформацію. «Мова» мозку подібна до азбуки Морзе. Нервовий імпульс відповідає «точці», а його відсутність — «тире».

Нервовий імпульс поширюється відростками нейронів зі швидкістю від 0,5 до 120 м/с — тобто понад 400 км/год. Тому будь-яка відповідь за участю нервової системи дуже швидка. Найшвидше передаються сигнали до скелетних м'язів.

Синапс *(рис. 106)*. Передавання нервових імпульсів з однієї клітини на іншу здійснюється за допомогою спеціальних контактів між ними — ***синапсів*** (з грецьк. *з'єднання*). Це мікроскопічне утворення, структуру якого можна побачити тільки під електронним мікроскопом (збільшення в мільйон разів). Воно складається з розширення на кінці аксона (пресинаптична колбочка) і ділянки мембрани клітини, на яку здійснюється передача збудження (постсинаптична мембрана). У пресинаптичній колбочці знаходяться пухирці з *медіатором* — хімічною речовиною, що передає збудження. Збудження аксона викликає вивільнення певної кількості медіатора. Він діє на постсинаптичну мембрану, і це спричиняє виникнення електричного імпульсу вже на мембрані іншої клітини.

Через синапси нервові імпульси проходять тільки в одному напрямку й значно повільніше, аніж поширюються нервовими волокнами.

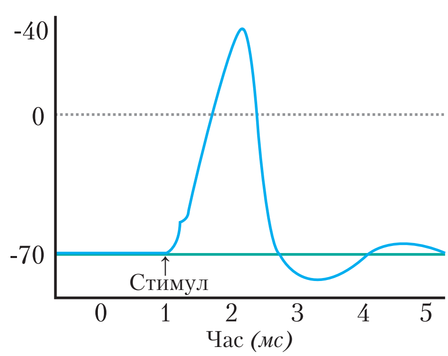


Рис. 105. Потенціал дії нервової клітини

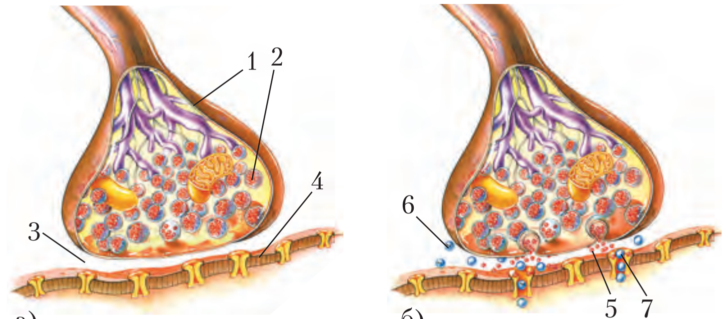


Рис. 106. Будова синапсу й передавання нервового імпульсу:

а) стан спокою — медіатор знаходиться в пухирцях; б) стан збудження — медіатор виходить із пресинаптичного відділу й діє на постсинаптичну мембрану, викликаючи її збудження: 1 — пресинаптична колбочка; 2 — пухирці з медіатором; 3 — міжнейронна щілина; 4 — постсинаптична мембрана; 5 — медіатор, що вийшов у міжнейронну щілину; 6 — іони кальцію; 7 — рух іонів через відкриті пори постсинаптичної мембрани

Середньостатистичний нейрон утворює 1–2 тис. синапсів з іншими нервовими клітинами. Якщо кількість нервових клітин протягом життя не збільшується, то нові синапси утворюються постійно в процесі навчання й запам'ятовування.

Під впливом різних травмуючих факторів (нестача кисню, перенапруження, дія токсинів — нікотину, алкоголю, наркотиків тощо) відбувається руйнування синапсів. Нейрони, що втратили контакти з іншими клітинами, уже не виконують свої функції. На рівні особистості це проявляється в її деградації (наприклад, в алкоголіків).

Мільярди нейронів людини приймають і передають інформацію тисячами каналів, створюючи довільну електричну мережу в нервовій системі. Такі збудження забезпечують складну розумову поведінку, багатство відчуттів, емоцій, роблять людину людиною.

Думаємо, розуміємо, відповідаємо. **1.** Користуючись додатковою літературою, поясніть, які системи організму належать до регулювальних і контролюючих. Обґрунтуйте відповідь прикладами. **2.** Визначте взаємозв'язок будови та функцій нейрона. **3.** Визначте особливості будови та функцій дендритів і аксонів. Які ви знаєте види нейронів? **4.** Дайте визначення поняття «нерви». Наведіть приклади їх видів. **5.** Назвіть, з яких відділів складається нервова система. **6.** Поясніть біологічне значення процесів збудження та гальмування в роботі нервової системи. **7.** Обґрунтуйте взаємозв'язок будови та функцій синапсів. **8.** Поясніть, від чого залежить розумовий розвиток людини.

Самостійна робота з підручником. Намалюйте в зошиті схему передавання імпульсу по нервовій системі. Обґрунтуйте відповідь.

Запитання для допитливих. Використовуючи додаткову літературу, з'ясуйте, чому імпульси проходять по нервовій системі з різною швидкістю. Яке це має значення для організму людини?

Домашнє завдання. Порівняйте нервову систему тварин і людини. Запишіть дані в таблицю. Зробіть висновок.

Це треба знати. Постійне й навіть зростаюче розумове навантаження, наполеглива праця потрібні людині для створення нових синапсів.

§ 35 РЕФЛЕКТОРНА ПРИРОДА ДІЯЛЬНОСТІ НЕРВОВОЇ СИСТЕМИ

ОСНОВНІ ПОНЯТТЯ І ТЕРМІНИ: рефлекс, рефлекторна дуга, складові рефлекторної дуги, рецептор.

Рефлекс і рефлекторна дуга. Основний принцип діяльності нервової системи — рефлекторний. Він свідчить про те, що будь-яка реакція організму, що здійснюється за участю нервової системи, є відображенням змін у внутрішньому або зовнішньому середовищах.

Рефлекс (з латин. *відображення*) — це реакція організму на подразник, яка здійснюється за участю нервової системи.

Уперше про рефлекторну природу нервової діяльності повідомив у XVII ст. французький філософ і математик ***Рене Декарт***, а термін «рефлекс» у XVIII ст. запропонував чеський анатом, фізіолог, лікар ***Іржі Прохазка***. Рефлекторну природу психічної діяльності людини першим довів російський фізіолог ***Іван Сєченов***.

Матеріальною основою рефлексу є певний шлях проходження нервового імпульсу, або ***рефлекторна дуга*** *(рис. 107),* — сукупність нервових утворень.

Рецептор (з латин. *той, що сприймає*) — перша складова рефлекторної дуги *(рис. 107)*. Це або чутливі закінчення аферентних нервових волокон, або спеціалізовані чутливі органи (наприклад, органи зору). Вони пристосувалися до сприйняття певного виду подразника. Наприклад, відчуття дотику або температури виникає в разі подразнення лише дотикових чи температурних рецепторів, що містяться в шкірі; світло сприймається при подразненні рецепторів очей; звуки стає чутно, коли подразнюються слухові рецептори. Такий подразник називається *адекватним*, тобто *відповідним*.

Будова рецепторів різна, але механізм виникнення збудження в них подібний. Якщо подразник діє на рецептор, у ньому виникає нервовий імпульс, який передається на наступні ланки рефлекторної дуги.

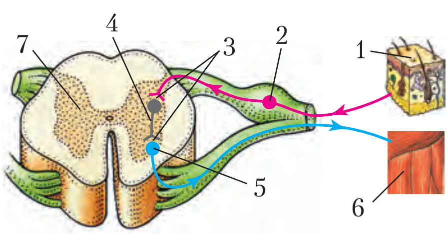


Рис. 107. Схема рефлекторної дуги:
1 — рецептор; 2 — аферентний нейрон; 3 — синапс; 4 — вставний нейрон; 5 — еферентний нейрон; 6 — орган-виконавець (скелетний м'яз); 7 — спинний мозок

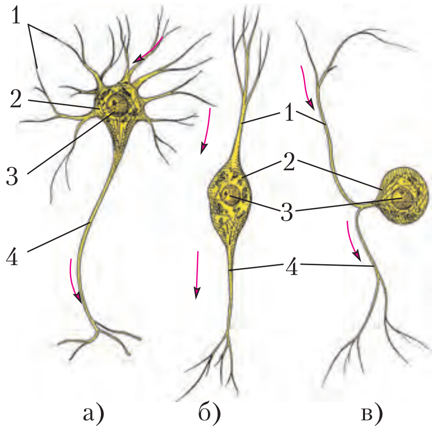


Рис. 108. Різні за будовою типи нервових клітин:

а) типовий еферентний нейрон *(багатополярний)*; б) типовий вставний нейрон *(двополярний)*; в) типовий аферентний нейрон *(однополярний)*: 1 — дендрит; 2 — тіло клітини; 3 — ядро; 4 — аксон

Друга складова рефлекторної дуги — ***аферентний*** *(доцентровий, чутливий)* ***нейрон*** *(рис. 108, в)*, який несе сформовану в рецепторі інформацію до центральної нервової системи. Ушкодження чутливого нерва призводить до повного руйнування рефлекторної дуги. Так, людина зі здоровими очима може бути сліпою, якщо ушкоджено чутливий зоровий нерв.

Третя складова рефлекторної дуги — ***нервовий центр*** — це нервові клітини, що знаходяться в головному або спинному мозку й відповідають за здійснення певного рефлексу. Залежно від складності рефлексу, до нього може входити різна кількість нейронів — від одного до десятків або сотень. Нервові клітини, що утворюють нервовий центр, називають *вставними нейронами.*

Функція нервового центру — це аналіз, перероблення та передавання нервових імпульсів із чутливого нейрона на четверту складову рефлекторної дуги — ***еферентний*** *(відцентровий)* ***нейрон***. Еферентні нейрони можуть бути двох типів, залежно від реакції, яку вони викликають, — *рухові* (ідуть до м’язів) і *секреторні* (ідуть до секреторних утворень).

П’ята складова рефлекторної дуги — ***робочий орган***, або ***орган-виконавець***, — м’язи та секреторні утворення. Скорочення м’яза — це прояв рефлексу, який ми бачимо.

Збудження рецептора, проведення його аферентним й еферентним шляхами, проходження через нервовий центр — невидима реакція нервової системи. *Основна умова нормального прояву рефлексу* — неушкодженість усіх ланок рефлекторної дуги.

Види рефлексів. У людини існують два основні види рефлексів — *безумовні* й *умовні*. *(Ви ознайомитеся з ними в 10 розділі).*

Думаємо, розуміємо, відповідаємо. **1.** Поясніть поняття «рефлекс». **2.** Обґрунтуйте біологічне значення рецепторів. **3.** Які види рецепторів ви знаєте? **4.** Обґрунтуйте біологічне значення складових рефлекторної дуги. **5.** Поясніть, чому збудження по дузі рефлексу завжди передається від рецептора до виконавчого органу.

Самостійна робота з підручником. Намалюйте в зошиті схему рефлекторної дуги безумовного рефлексу.

Запитання для допитливих. Розгляньте *рис. 106*. Поясніть роль іонів кальцію в передаванні електричного імпульсу через синапс.

Домашнє завдання. Знайдіть і намалюйте в зошиті схему колінного рефлексу. Укажіть його нервовий центр. Поясніть, якою структурою він утворений.

§ 36 БУДОВА ТА ФУНКЦІЇ СПИННОГО МОЗКУ

ОСНОВНІ ПОНЯТТЯ І ТЕРМІНИ: оболонки мозку, передні, бічні та задні роги, рухові та чутливі корінці, висхідні та низхідні провідні шляхи, соматичні та вегетативні рефлекси, довільні й мимовільні реакції.

Будова спинного мозку *(рис. 109)*. Спинний мозок має вигляд циліндричного тяжа завдовжки 40–45 см, що розміщується в каналі хребта. Зверху він безпосередньо переходить у довгастий мозок. Знизу, у поперековому відділі хребта, спинний мозок стоншується до кінцевої нитки *(конячий хвіст)*. У дорослої людини його діаметр становить 1 см, маса — 35 г, або 2 % від маси головного мозку.

Ззовні спинний мозок захищений трьома шарами сполучної тканини — *оболонками мозку*. Додатковий захист йому забезпечує *спинномозкова рідина*, що міститься між оболонками та в центральному каналі, який сполучається зі шлуночками головного мозку.

Усередині спинного мозку є ***сіра речовина*** — тіла вставних (95 %), рухових і секреторних (5 %) нейронів. На поперечному розрізі вона утворює фігуру, подібну до метелика. Розрізняють передні й задні роги сірої речовини спинного мозку. ***Передні роги*** утворені скупченням тіл рухових нейронів, ***задні*** — вставні нейрони аферентних висхідних шляхів. Окрім передніх і задніх рогів у грудному та поперековому відділах спинного мозку, сіра речовина формує ***бічні роги***. У них містяться тіла нейронів вегетативної нервової системи.

Аксони нейронів, що виходять із передніх рогів, утворюють ***руховий** (передній) **корінець*** спинномозкового нерва. До задніх рогів підходять аксони чутливих нейронів, тіла яких розміщені у вузлі ***чутливого** (заднього) **корінця***. З бокових рогів через ***рухові** (передні) **корінці*** виходять аксони нейронів вегетативної нервової системи. Об'єднуючись разом, передні й задні корінці утворюють 31 пару змішаних спинномозкових нервів *(рис. 104)*.

Біла речовина складається з відростків нейронів спинного та головного мозку. Вони зібрані в пучки, що утворюють ***висхідні*** та ***низхідні провідні шляхи***, якими нервові імпульси надходять від рецепторів до нервових центрів спинного й головного мозку або, навпаки, — від нервових центрів до робочих органів.

Функції спинного мозку. У спинному мозку замикається величезна кількість рефлекторних дуг, за допомогою яких регулюється рух скелетних

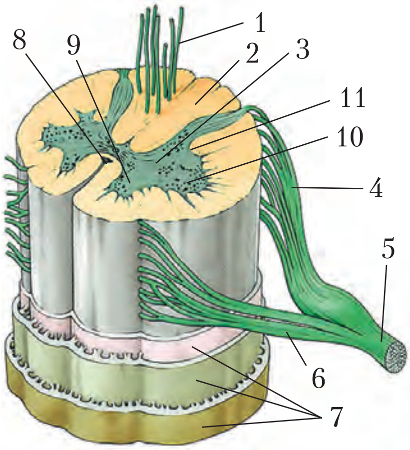


Рис. 109. Будова спинного мозку:
1 — нервові волокна; 2 — біла речовина; 3 — сіра речовина; 4 — чутливий корінець; 5 — спинномозковий нерв; 6 — руховий корінець; 7 — оболонки мозку; 8 — центральний канал; 9 — передні роги; 10 — бічні роги; 11 — задні роги

м'язів ***(соматичні рефлекси)*** і діяльність внутрішніх органів (***вегетативні***, або *вісцеральні*, ***рефлекси***). Тут є центри рефлексів сухожильних і згинальних, таких, що регулюють тонус (напруження) скелетних м'язів і позу тіла, діяльність шлунка й кишечнику, судин, сечового міхура, серцевого м'яза тощо. Зазвичай рефлекси спинного мозку здійснюються під контролем нервових центрів, розміщених у головному мозку. При цьому вищі центри регуляції соматичних рефлексів містяться в корі великих півкуль, і людина може *довільно* контролювати їх прояв. Вищі центри вісцеральних рефлексів розміщені в стовбурі головного мозку та в проміжному мозку. Тому вплив на діяльність внутрішніх органів не контролюється свідомістю, а здійснюється *мимовільно (автономно)*.

При травмах спинного мозку можуть руйнуватися його провідні шляхи. Це супроводжується частковою або повною втратою чутливості й нездатністю людини до виконання довільних рухів.

Думаємо, розуміємо, відповідаємо. **1.** Визначте взаємозв'язок будови та функцій спинного мозку. **2.** Охарактеризуйте роги сірої речовини спинного мозку. **3.** У виконанні яких рефлексів бере участь спинний мозок? **4.** Обґрунтуйте, чому травми хребта й спинного мозку є небезпечними.

Самостійна робота з підручником. Користуючись матеріалом, намалюйте в зошиті схему колінного рефлексу.

Домашнє завдання. **1.** Намалюйте в зошиті спинний мозок у поперечному розрізі. Укажіть білу й сіру речовину спинного мозку. Схематично покажіть розміщення тіл чутливих, рухових і вегетативних нейронів. Користуючись додатковою літературою, позначте на рисунку основні аферентні й еферентні шляхи спинного мозку. **2.** Підготуйте реферат на тему «Надання домедичної допомоги при травмах хребта й спинного мозку».

Це треба знати. Особливо небезпечними є ушкодження спинного мозку в ділянці шийних хребців.

§ 37 БУДОВА ТА ФУНКЦІЇ СТОВБУРА ГОЛОВНОГО МОЗКУ Й МОЗОЧКА

ОСНОВНІ ПОНЯТТЯ І ТЕРМІНИ: довгастий і середній мозок, міст, стовбур мозку, ядра, сітчасте утворення, півкулі мозочка, черв'як і ніжки мозочка.

Головний мозок розміщений у черепній коробці, яка захищає його від механічних ушкоджень. Як і спинний, він укритий трьома оболонками зі сполучної тканини: *твердою*, *павутинною* й *м'якою* (судинною). Найчастіше саме подразнення цих оболонок (при запаленні, отруєнні, нестачі кисню) спричиняє головний біль.

Між оболонками та в чотирьох шлуночках (порожнинах) мозку міститься ***мозкова рідина*** *(ліквор)*. Середня маса головного мозку людини — приблизно 1,5 кг.

Будова та функції стовбура головного мозку. Безпосереднім продовженням спинного є ***довгастий мозок***. У ньому розміщується четвертий шлуночок мозку. Наступними відділами головного мозку є ***міст*** і ***середній мозок***. Ці три відділи утворюють ***стовбур мозку*** *(рис. 110)*. Він складається переважно з білої речовини. Основною його функцією є проведення збудження від спинного мозку до кори великих півкуль і навпаки. У білій речовині є скупчення сірої речовини, що утворюють ***ядра***, зокрема ядра 12 пар черепномозкових нервів.

У стовбурі містяться нервові центри, що регулюють різні безумовні вегетативні (серцево-судинні, дихальні, травні тощо) і рухові рефлекси (наприклад, орієнтовний рефлекс, рефлекси пози) і забезпечують проведення чутливої інформації до розміщених вище відділів головного мозку (зокрема, від зорових і слухових рецепторів).

У стовбурі головного мозку розміщене ***сітчасте утворення (ретикулярна формація)*** — мережа величезної кількості нейронів. Аксони кожного з них утворюють дві гілки — одна спускається до нейронів спинного мозку, а інша — піднімається до нейронів проміжного мозку й кори великих півкуль. На дендрити цих клітин приходять збудження від усіх чутливих утворень.

Завдяки аферентним надходженням із різних рецепторів нейрони ретикулярної формації постійно перебувають у стані збудження. Надсилаючи нервові імпульси до всіх відділів ЦНС, нейрони сітчастого утворення забезпечують підтримання *збудливості* й *тонусу* всіх її відділів.

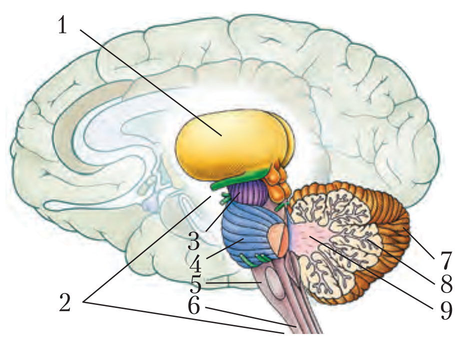


Рис. 110. Будова стовбура головного мозку, мозочка та проміжного мозку:

1 — таламус; 2 — стовбур головного мозку; 3 — середній мозок; 4 — міст; 5 — довгастий мозок; 6 — спинний мозок; 7 — мозочок; 8 — «дерево життя» мозочка; 9 — черв'як

Будова та функції мозочка *(рис. 110)*. Позаду стовбура мозку розміщений ***мозочок***, який складається з *двох півкуль*, сполучених *черв'яком*. Півкулі вкриті корою із сірої речовини. У білій речовині півкуль мозочка є багато ядер. Через *ніжки мозочка* (провідні шляхи) він зв'язаний з усіма відділами центральної нервової системи, однак не має прямих зв'язків із рецепторами й еферентними нейронами. Тому його вплив опосередкований через інші відділи ЦНС.

Мозочок відіграє важливу роль у координації рухів, підтримці рівноваги тіла й тонусу м'язів. Впливаючи на центри вегетативної нервової системи, він викликає зміни в діяльності внутрішніх органів, необхідні для забезпечення рухової активності.

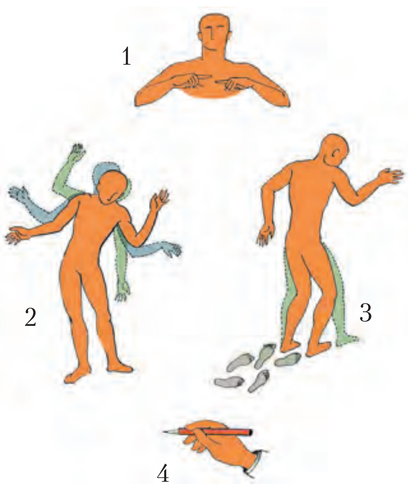


Рис. 111. Порушення функцій мозочка:
1 — тремтіння руки при пальцево-носовій пробі;
2 — хитка хода;
3 — похитування;
4 — порушення письма

При порушенні функцій мозочка в людини змінюється координація рухів і м'язового тонусу, що проявляється тремтінням м'язів *(тремор)*, порушеннями концентрації зору *(ністагм)*, мови, стояння й ходіння. Хода людини з ушкодженим мозочком нагадує ходу ніби сп'янілої. Поступово функції мозочка беруть на себе інші відділи ЦНС, і зазначені симптоми зникають *(рис. 111)*.

Відомо, що алкоголь руйнує координаційну функцію мозочка. Рухи людини стають уповільненими, погано скоординованими. У стані алкогольного сп'яніння людина не може вчасно зупинитися й замість одного кроку робить три, чотири. Порушення функцій мозочка при вживанні алкоголю може стати причиною нещасних випадків, особливо за кермом автомобіля.

Функцію координації перевіряють за допомогою *пальцево-носової* проби, коли треба із заплющеними очима доторкнутися пальцем до носа. Здорова людина без будь-яких зусиль виконає цю вправу, хоча в ній беруть участь 33 м'язи.

Думаємо, розуміємо, відповідаємо. **1.** Яку будову та функції мають довгастий мозок і міст? **2.** Яка будова та функції мозочка? **3.** Які порушення координації руху можуть виникати при травмах і отруєнні мозочка? **4.** Які відділи утворюють стовбур мозку? **5.** Опишіть, як працює ретикулярна формація.

Домашнє завдання. За допомогою тексту підручника та додаткової літератури опишіть структуру й роботу дихального та судинно-рухового центрів.

§ 38 БУДОВА ТА ФУНКЦІЇ ПРОМІЖНОГО МОЗКУ

ОСНОВНІ ПОНЯТТЯ І ТЕРМІНИ: проміжний мозок, таламус, гіпоталамус, епіталамус, центри задоволення й покарання.

Будова та функції проміжного мозку. Це порівняно невелика частина головного мозку *(рис. 110)*, що має дуже складну будову й бере участь у забезпеченні багатьох важливих функцій. Основними структурними утвореннями проміжного мозку є таламус (згір'я, зорові горби), гіпоталамус (підзгір'я) та епіталамус (надзгір'я). Центральну частину проміжного мозку займає третій шлуночок мозку.

Таламус утворює бічні стінки шлуночка. Він майже повністю сформований із сірої речовини. У ньому налічують майже 40 ядер. Функціонально їх поділяють на перемикальні, асоціативні та неспецифічні.

Перемикальні ядра — це тіла вставних нейронів, що передають збудження від рецепторів у відповідну ділянку чутливої кори.

В *асоціативних ядрах* таламуса відбувається первинний аналіз і синтез інформації. Вони отримують збудження від різних перемикальних ядер, відбирають найсильніші й найважливіші та надсилають їх до асоціативних зон кори великих півкуль.

Неспецифічні ядра отримують постійну інформацію від усіх рецепторів і надсилають збудження до всіх відділів кори великих півкуль, підтримуючи її активний стан. Тобто ці ядра належать до ***ретикулярної формації*** проміжного мозку.

Гіпоталамус утворює дно третього шлуночка головного мозку. Структурно та функціонально він тісно пов'язаний з *гіпофізом* (залозою внутрішньої секреції). У гіпоталамусі є кілька десятків ядер. Це вищий центр вегетативної регуляції в організмі, що забезпечує підтримку гомеостазу. Установлено, що частина ядер гіпоталамуса є регуляторним центром симпатичної нервової системи, а решта — парасимпатичної.

Гіпоталамус отримує інформацію від рецепторів внутрішніх органів, а також від власних рецепторів, розміщених на дні третього шлуночка. Це температурні, хімічні, осмотичні рецептори. Аналізуючи цю інформацію, структури гіпоталамуса визначають характер і ступінь порушення гомеостазу. Через автономну нервову систему та залози внутрішньої секреції здійснюється регуляторний вплив на діяльність внутрішніх органів, спрямований на поновлення показників гомеостазу.

У гіпоталамусі є центри голоду й насичення, температурні центри, центри сну й неспання тощо. Окрім того, у гіпоталамусі розміщені центри задоволення й покарання, які спрямовують поведінку людини на задоволення фізіологічних потреб *(мотиваційні центри)*. У дослідах із самоподразненням через уживлені в центр задоволення електроди щури постійно наносили собі подразнення електричним струмом, відмовляючись від їжі й води. Така невідповідна *(неадекватна)* поведінка тварин зазвичай призводила до їхньої

загибелі. Уважається, що з порушенням діяльності цих центрів пов'язане виникнення *алкогольної* та *наркотичної залежності*.

Ушкодження гіпоталамічних структур (унаслідок травми, крововиливу, виникнення пухлини, інфекційного процесу тощо) призводить до значних порушень процесів обміну речовин і енергії. Наприклад, пухлина, що постійно подразнює центр голоду, викликає потребу в постійному споживанні їжі *(гіперфагію)* і як наслідок — сильне *ожиріння*. Навпаки, постійне подразнення центру насичення веде до розвитку *дистрофії*.

Основною структурою ***епіталамуса*** є залоза внутрішньої секреції *епіфіз*, функції якого ми вивчатимемо в наступній темі.

Думаємо, розуміємо, відповідаємо. **1.** Яку будову має проміжний мозок? **2.** Які функції властиві таламусу? **3.** Які функції властиві гіпоталамусу? **4.** Поясніть зв'язок ядер таламуса з ретикулярною формацією.

Домашнє завдання. Опишіть значення відділів проміжного мозку в підтриманні гомеостазу в організмі людини.

§ 39 БУДОВА ТА ФУНКЦІЇ КІНЦЕВОГО МОЗКУ

ОСНОВНІ ПОНЯТТЯ І ТЕРМІНИ: кінцевий мозок, великі півкулі, ліквор, мозолясте тіло, звивини, борозни; частки — лобова, потилична, скронева, тім'яна; зони — чутливі, рухові, асоціативні.

Кінцевий мозок, або *великий мозок*, поділений поздовжньою (центральною) борозною на дві ***великі півкулі головного мозку*** — праву та ліву *(рис. 112)*, які з'єднуються між собою ***мозолястим тілом***. Зверху півкулі вкриті ***корою***, утвореною сірою речовиною. Їхню товщу формує біла речовина, у якій знаходяться декілька підкіркових ядер. У середині кожної півкулі розміщений шлуночок мозку.

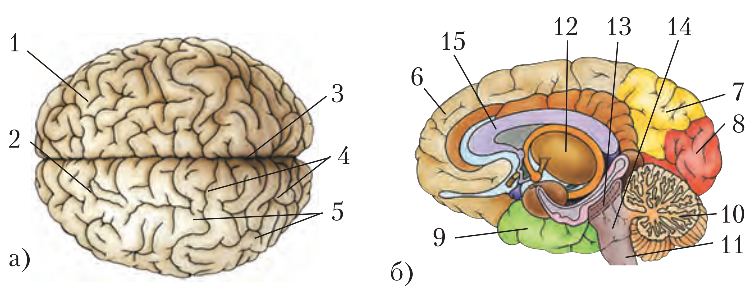


Рис. 112. Будова головного мозку:
а) вигляд згори: 1 — права півкуля; 2 — ліва півкуля; 3 — центральна борозна; 4 — борозни; 5 — звивини; б) поздовжній розріз: 6 — лобова частка; 7 — тім'яна частка; 8 — потилична частка; 9 — скронева частка; 10 — мозочок; 11 — довгастий мозок; 12 — проміжний мозок; 13 — середній мозок; 14 — міст; 15 — мозолясте тіло (перетинка)

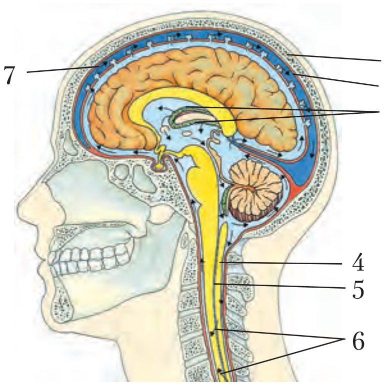


Рис. 113. Циркуляція ліквору в головному та спинному мозку:
1 — череп; 2 — тверда мозкова оболонка; 3 — місце утворення рідини; 4 — спинний мозок; 5 — центральний канал; 6 — циркуляція рідини навколо спинного мозку; 7 — напрямок циркуляції рідини



Володимир Бец

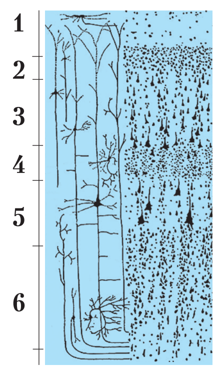


Рис. 114. Шари нейронів кори головного мозку: а) схема; б) вигляд під мікроскопом (клітини 5 шару називаються *руховими гігантськими пірамідними клітинами* — клітинами Беца)

Мозкова рідина — ***ліквор*** *(рис. 113),* що міститься в шлуночках мозку, спинномозковому каналі та між мозковими оболонками, — зменшує та розподіляє надмірні механічні сили, які можуть ушкодити мозок. У дорослої людини 100–150 мл ліквору. При цьому лише 20–40 мл міститься в шлуночках, а основна частина — між м'якою й павутинною оболонками мозку. Ліквор утворюється постійно в капілярах стінок мозкових шлуночків із плазми крові. Його надлишок потрапляє до венозної системи твердої мозкової оболонки. Ліквор — це внутрішнє середовище мозку, що забезпечує підтримання його сольового складу, осмотичного тиску, доставляє до клітин мозку поживні речовини й кисень, забезпечує виведення продуктів обміну речовин.

Півкулі мають хвилясту поверхню із звивистими гребенями — *звивинами* та щілястими заглибинами — *борознами*, що значно збільшує їх поверхню.

Кожна півкуля поділяється великими борознами на чотири частки: ***лобову, потиличну, скроневу*** та ***тім'яну*** *(рис. 112)*.

Кора має товщину 3–5 мм, а її загальна площа за рахунок борозен і звивин становить 1400–1600 см². Мікроскопічну будову кори головного мозку вперше дослідив видатний український учений ***Володимир Бец*** (1834–1894). Нейрони в корі розміщені шістьма шарами. Кожний шар, окрім першого, який утворено короткими відростками нервових клітин, складається із нейронів певного виду *(рис. 114)*.

За своїм «фахом» кора головного мозку поділяється на такі зони *(рис. 115)*: ***чутливі*** — одержують імпульси від різних рецепторів і є *корковими кінцями аналізаторів*; ***рухові*** — надсилають керівні імпульси до «робочих» органів; ***асоціативні*** (з латин. *з'єднувальні*) — з'єднують між собою рухові й чутливі зони; аналізують і зберігають інформацію,

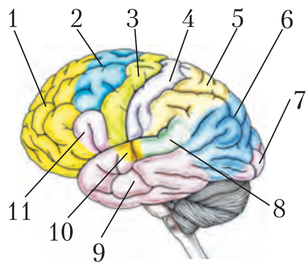


Рис. 115. Чутливі й рухові зони кори головного мозку:

1 — лобова (аналітичне мислення);
2 — премоторна;
3 — моторна; 4 — первинна сомато-сенсорна; 5 — сомато-сенсорна асоціативна;
6 — зорова асоціативна;
7 — первинна зорова;
8 — зона Верніке (загальна інтерпретація);
9 — слухова асоціативна;
10 — первинна слухова;
11 — зона Брока

виробляють певну відповідь і рішення з урахуванням попереднього «досвіду» (витягаючи його з комірок пам’яті). З асоціативними зонами пов’язані основні психічні явища: навчання, умовні рефлекси, пам’ять, мова, мислення, поведінка, свідомість. Їх ми вивчатимемо в наступній темі.

Кожний орган має в корі своє «представництво». Що важливішу роль відіграє він у життєдіяльності організму, то більша ділянка кори головного мозку відповідає за його сприйняття *(рис. 116)*.

Руйнування кори головного мозку призводить до втрати людиною здатності навчатися, думати, розуміти мову, тобто до втрати соціальних функцій.

Обидві півкулі, хоч і подібні за будовою, різняться між собою за площею та кількістю чутливих і рухових зон. У кожної людини одна з півкуль є панівною, або домінантною (з латин. *головувати*). У правшів — це ліва півкуля, у лівшів (шульгів) — права. Півкулі з’єднані між собою мозолястим тілом, що забезпечує обмін інформацією між ними.

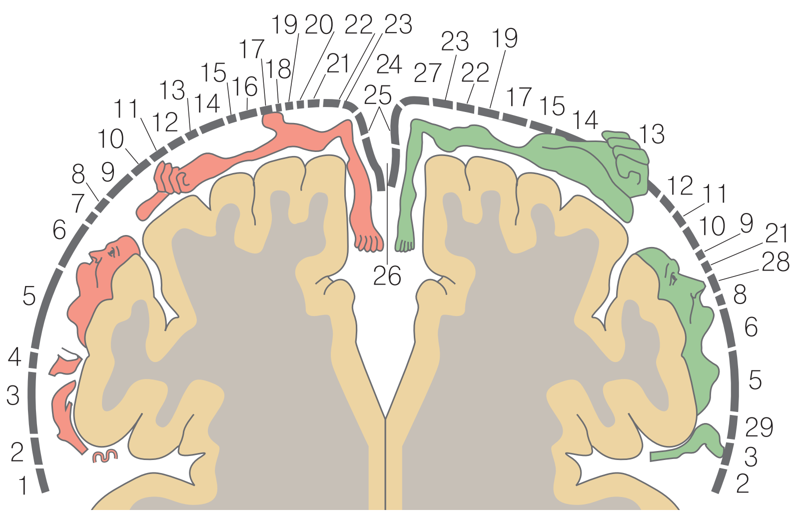


Рис. 116. Представництво відділів тіла в зонах кори головного мозку; ліворуч — чутливі зони, праворуч — рухові:

1 — внутрішні органи; 2 — глотка; 3 — язик; 4 — зуби; 5 — губи; 6 — обличчя; 7 — ніс; 8 — око; 9 — I палець; 10 — II палець; 11 — III палець; 12 — IV палець; 13 — V палець; 14 — кисть; 15 — зап’ясток; 16 — передпліччя; 17 — лікоть; 18 — ліктьова ямка; 19 — плече; 20 — голова; 21 — шия; 22 — тулуб; 23 — живіт; 24 — стегно; 25 — гомілка; 26 — стопа; 27 — гомілка й коліно; 28 — брови; 29 — підборіддя

У розумовій діяльності більшості людей основну роль відіграє ліва півкуля. Тут є центри мови, письма, лічби, читання, пам'яті. У правій — центри музичної та абстрактної пам'яті, запам'ятовування геометричних і художніх образів.

Хвороби мозку. Структурні, біохімічні й електричні зміни в спинному та головному мозку й периферичних нервах можуть призводити до паралічу, слабкості, порушення координації, нападів болю або втрати чутливості. Під час багатьох захворювань мозку розвиваються незворотні зміни. Тому відома формула «Хворобу легше попередити, аніж вилікувати» є дуже актуальною для різних невралгічних розладів.

Епілепсія трапляється в однієї людини з 200. Вона характеризується періодичними нападами з втратою свідомості та мимовільними судомними рухами. Хвороба може виникати в період статевого дозрівання як наслідок порушень норм харчування й впливу токсинів. Зазвичай із часом, коли інтенсивний ріст припиняється, хвороба минає. У дорослої людини епілепсія буває наслідком травми, інсульту, отруєння, зокрема алкоголем.

Інсульт зумовлений розладами кровопостачання головного мозку (закупоренням або спазмом артеріальних судин) чи крововиливом. Це призводить до нестачі кисню в певній ділянці мозку й викликає загибель нервових клітин. Функції, що виконували ці клітини, зникають. Наприклад, крововилив у соматомоторній зоні спричиняє частковий або повний параліч. Після інсульту третина хворих помирає, третина стає інвалідами, третина одужує.

Головною причиною інсульту є неправильний спосіб життя: недостатня рухова активність, нераціональне харчування, шкідливі звички — куріння та вживання алкоголю.

Енцефаліт — тяжке інфекційне захворювання тканини мозку. Його спричиняє вірус, переносниками якого є кліщі. Ця недуга призводить до смерті або стійких порушень функцій мозку. Для запобігання захворюванню необхідно уникати укусів кліщів, особливо на епідемічних територіях.

Менінгіт — інфекційне запалення мозкових оболонок, що викликає сильний головний біль. Спричиняється вірусами й бактеріями. Основні причини захворювання — переохолодження голови й усього організму, травми голови, що супроводжувалися потраплянням інфекції в мозкові оболонки.

Травми голови. Удари та поранення голови можуть мати дуже тяжкі наслідки. Це може бути потрапляння інфекції, пряме пошкодження нервової тканини та її загибель унаслідок крововиливу. Особливою формою закритої травми голови є *струс мозку*. Він виникає внаслідок раптової зупинки (падіння) або удару по голові.

Результати лікування травм голови, особливо тих, що потребують утручання нейрохірурга, — непередбачувані. Кожна людина має прогнозувати наслідки своїх дій щодо можливості отримання таких травм *(див. підручник «Основи здоров'я. 8 клас»)*.

Думаємо, розуміємо, відповідаємо. **1.** Яке значення має головний мозок для організму людини? **2.** Поясніть особливості анатомічної та мікроскопічної будови головного мозку. **3.** Обґрунтуйте роль головного мозку в регуляції фізіологічних процесів. **4.** Назвіть частки та зони кори головного мозку. **5.** Які хвороби мозку ви знаєте?

Домашнє завдання. **1.** Яка півкуля мозку дає вам змогу засвоїти шкільні знання, а яка під час уроку «примушує» відволіктися й помилуватися березою за вікном? **2.** Яка півкуля «науково» розмірковує: «Яка тепер пора року? Який тепер місяць? Січень. Літній це місяць чи зимовий? Зимовий. Отже, тепер зима». А яка півкуля «радіє» січневому морозу, яскраво-білому снігу, зимовому сонцю, що сяє в блакитному небі?

Це треба знати. Індивідуальні коливання маси головного мозку становлять показники від 900 до 2000 г і більше. Наприклад, мозок російського письменника І. Тургенєва важив 2012 г. Маса мозку не впливає на розумові здібності людини, які залежать тільки від кількості міжнейронних контактів.

Лабораторне дослідження

ТЕМА. Вивчення будови спинного та головного мозку людини *(за муляжами, моделями, пластинчастими препаратами)*

МЕТА: навчитися розпізнавати на моделях, муляжах, пластинчастих препаратах відділи спинного та головного мозку й визначати розміщення в них сірої та білої речовин; визначати особливості будови кори великих півкуль.

ОБЛАДНАННЯ ТА МАТЕРІАЛИ: муляжі, пластинчасті препарати спинного й головного мозку, таблиці, зошит, підручник.

ХІД РОБОТИ

1. Розгляньте пластинчастий препарат головного мозку.

Знайдіть на ньому стовбур мозку, довгастий мозок, міст, середній мозок і проміжний мозок. Зверніть увагу на розміщення сірої та білої речовин.

Знайдіть мозочок. Зверніть увагу на розміщення сірої та білої речовин.

Розгляньте на муляжі головного мозку великі півкулі переднього мозку.

Знайдіть борозни та звивини; частки великих півкуль — лобні, тім'яні, скроневі, потиличні. Зверніть увагу на розміщення сірої та білої речовин.

Схематично в зошиті намалюйте підкоркові утворення (довгастий мозок, міст, середній мозок, проміжний мозок, мозочок) і півкулі головного мозку. Підпишіть відділи головного мозку й структури великих півкуль. Зафарбуйте сіру речовину великих півкуль і мозочка сірим кольором.

2. Розгляньте пластинчастий препарат спинного мозку.

Схематично в зошиті намалюйте поперечний зріз спинного мозку. Зафарбуйте сіру речовину сірим кольором. Підпишіть структури спинного мозку.

ВИСНОВОК

Запишіть висновок, відповівши на подані запитання.

1. З яких відділів складається головний мозок людини?

2. Як розподіляються у відділах головного мозку сіра й біла речовини?

3. Які спільні ознаки й відмінності в будові великих півкуль і мозочку?

4. Що таке *борозни* та *звивини великих півкуль*?

5. У чому полягає біологічне значення звивистої будови кори великих півкуль?

6. Де в спинному мозку розміщені тіла чутливих, рухових і вегетативних нейронів?

§ 40 БУДОВА ТА ФУНКЦІЇ ВЕГЕТАТИВНОЇ НЕРВОВОЇ СИСТЕМИ

ОСНОВНІ ПОНЯТТЯ І ТЕРМІНИ: вегетативна, або автономна, нервова система, симпатична й парасимпатична нервова система, периферичні нервові вузли, симпатичні нервові стовбури, функціональний і трофічний вплив, норадреналін, ацетилхолін.

Значення ***вегетативної нервової системи*** полягає в регуляції обміну речовин у тканинах і органах з метою пристосування його до потреб діяльності всього організму й умов довкілля. Вона регулює діяльність внутрішніх (вегетативних) органів і впливає на інтенсивність обміну речовин у соматичній мускулатурі та в нервовій тканині. Оскільки діяльність вегетативної нервової системи майже не залежить від нашої волі та свідомості, її ще називають ***автономною*** (неможливо зусиллям волі викликати скорочення м'язів шлунка, підвищити або знизити артеріальний тиск крові, змінити розмір зіниці тощо).

Анатомічно та функціонально вегетативну нервову систему поділяють на ***симпатичну*** та ***парасимпатичну нервову систему*** *(рис. 117)*.

Особливістю будови вегетативної нервової системи є те, що еферентний шлях від центральної нервової системи до робочого органа складається з двох нейронів. Тіло першого знаходиться в ЦНС, а його аксон за її межами передає збудження на нейрони, тіла яких містяться в ***периферичних нервових вузлах*** *(гангліях)*. Завдяки цим вузлам має місце ефект розширення впливу нервового центру на робочий орган. Один нейрон, що приходить до ганглію *(передвузловий)*, зазвичай передає збудження на декілька нейронів, що з нього виходять *(післявузлові)*.

Нижчі центри симпатичної нервової системи розміщені в бічних рогах шийного, грудного й поперекового відділів спинного мозку. Аксони передвузлових нейронів після виходу із спинного мозку підходять до ланцюгів нервових вузлів, розміщених по обидва боки хребта, — ***симпатичних нервових стовбурів***. Частина аксонів переключається на післявузлові нейрони в гангліях, що розміщені далі від хребта. Це шийні вузли, *черевне (сонячне) сплетення* та *брижові вузли*.

Центри парасимпатичної нервової системи розміщені в стовбурі головного мозку та в крижових сегментах спинного мозку. Парасимпатичні передвузлові волокна виходять із ЦНС у складі черепно- та спинномозкових нервів. Переключення на інший нейрон відбувається в нервових вузлах, що лежать безпосередньо в робочому органі. Найбільший парасимпатичний нерв організму людини — це черепномозковий нерв, який називають *блукаючим*. Він іннервує майже всі органи грудної та черевної порожнини.

Майже кожний внутрішній орган одночасно іннервується симпатичним і парасимпатичним нервами *(рис. 117)*. Кровоносні судини та скелетні м'язи мають тільки симпатичну вегетативну іннервацію.

Функції вегетативної нервової системи. Автономна нервова система здійснює два види рефлекторних впливів — *функціональні* й *трофічні*.

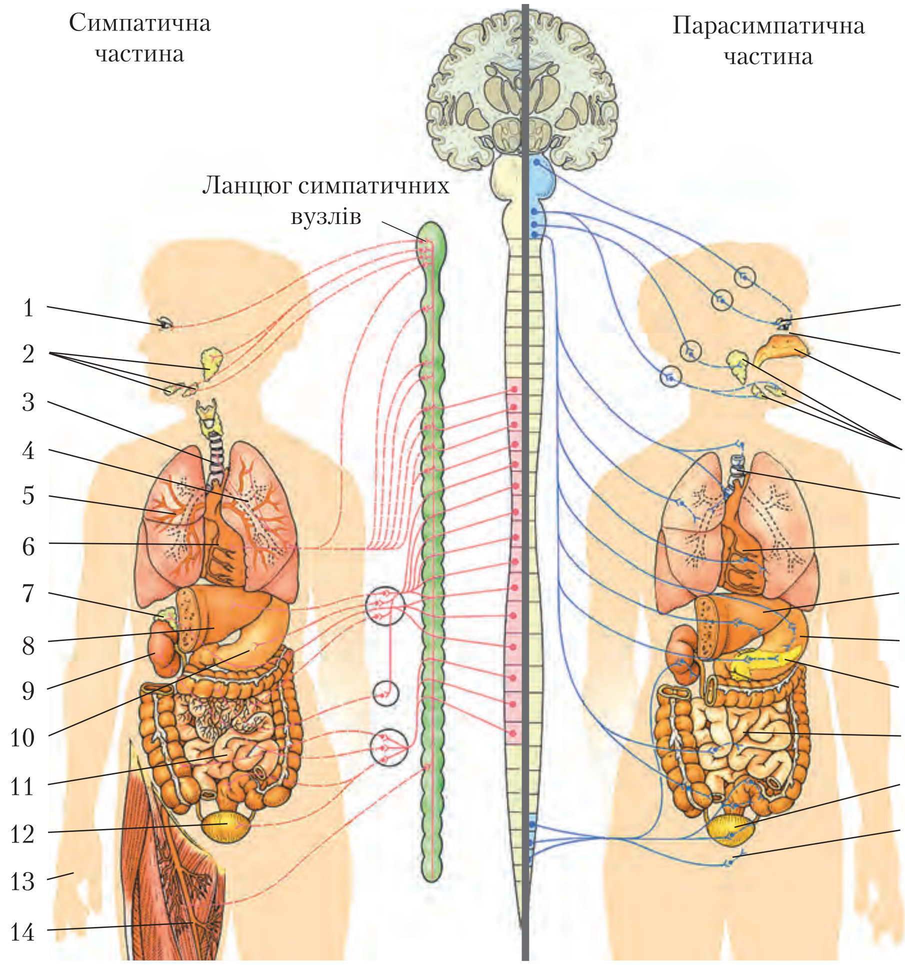
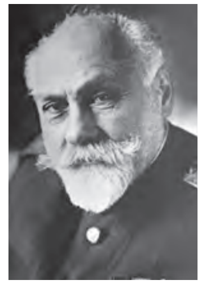


Рис. 117. Автономна нервова система

Симпатична нервова система: 1 — війковий м'яз розслаблюється, кришталик фокусується на віддалені об'єкти, зіниця розширюється; 2 — слинні залози продукують густий секрет; 3 — трахея розширюється; 4 — бронхи розширюються; 5 — судини легень розширюються; 6 — частота й сила серцевих скорочень зростають; 7 — надниркові залози продукують гормони стресу; 8 — печінка вивільняє глюкозу; 9 — нирки зменшують виділення сечі; 10 — шлунок зменшує секрецію травних ферментів; 11 — рухи кишок сповільнюються; 12 — сфінктер сечового міхура скорочується; 13 — кровоносні судини шкіри звужуються, волосся підіймається, потові пори відкриваються; 14 — кровоносні судини розширюються

Парасимпатична нервова система: 15 — сльозові залози виділяють сльози; 16 — війковий м'яз ока скорочується, кришталик фокусується на близькі об'єкти, зіниця звужується; 17 — залози носа утворюють слиз; 18 — слинні залози виділяють рідкий секрет; 19 — м'язи трахеї та бронхів скорочуються; 20 — частота й сила серцевих скорочень зменшується; 21 — печінка накопичує глюкозу; 22 — шлунок продукує травні ферменти; 23 — підшлункова залоза виділяє інсулін і ферменти; 24 — рухи кишок пришвидшуються; 25 — сфінктер сечового міхура розслаблюється; 26 — статеві органи стимулюються, спричиняючи посилення виділень у жінок, ерекцію статевого члена та клітора

Функціональний вплив на органи полягає в тому, що він або стимулює, або гальмує їх функцію. *Трофічний* — у зміні інтенсивності обміну речовин у робочих органах, чим визначається рівень їхньої функції.



Леон Орбелі

Трофічний вплив на роботу органів описав російський учений ***Леон Орбелі*** (1882–1958). Прикладом такого впливу може бути дія симпатичного нерва на втомлений скелетний м'яз. Під цим впливом робота м'яза посилюється. Має місце відновлення його працездатності внаслідок інтенсифікації обміну речовин. З цим ефектом пов'язаний феномен *активного відпочинку* — зміна одного виду діяльності іншим, унаслідок підвищеної активності симпатичної нервової системи відбувається швидке відновлення працездатності втомленого органа.

Функціональний вплив. Симпатична нервова система загалом сприяє інтенсифікації діяльності організму (наприклад, у стресових ситуаціях), а парасимпатична забезпечує відновлення тих ресурсів, які були витрачені під час напруженої діяльності.

Так, при збудженні симпатичної нервової системи зростають частота й сила серцевих скорочень, підвищуються артеріальний тиск, рівень глюкози в крові внаслідок розщеплення глікогену печінки, збільшується працездатність скелетних м'язів, проте гальмуються функції травного шляху.

При збудженні парасимпатичної нервової системи, навпаки, гальмується функція серця, знижується артеріальний тиск, під впливом інсуліну знижується рівень глюкози в крові, проте зростає рухова й секреторна активність системи травлення.

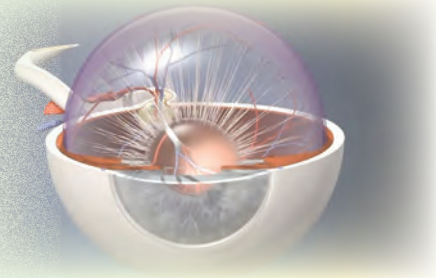
Отже, дія двох відділів автономної нервової системи на будь-який внутрішній орган має протилежну направленість *(антагоністичний вплив)*. Різна дія вегетативних нервів на робочі органи визначається хімізмом передавання збудження. Так, у закінченнях симпатичних нервів в органах виділяється медіатор ***норадреналін***, а в закінченнях парасимпатичних — ***ацетилхолін***.

Зміни в діяльності внутрішніх органів під впливом вегетативної нервової системи завжди спрямовані на збереження та поновлення відносної сталості внутрішнього середовища — *гомеостазу*.

Активність відділів автономної нервової системи перебуває під контролем вищого центру вегетативної регуляції — *гіпоталамуса*.

Думаємо, розуміємо, відповідаємо. **1.** Визначте взаємозв'язок будови та функцій периферичної нервової системи. **2.** Поясніть взаємоузгодженість центральної та периферичної нервових систем. **3.** Користуючись текстом параграфа, визначте, як пов'язані між собою симпатична й парасимпатична нервові системи. **4.** Поясніть механізм функціонування симпатичної нервової системи. **5.** Поясніть механізм функціонування парасимпатичної нервової системи.

Домашнє завдання. Користуючись текстом параграфа, опишіть вплив вегетативної нервової системи на діяльність органів людини.



ТЕМА 8
ЗВ'ЯЗОК ОРГАНІЗМУ ЛЮДИНИ ІЗ ЗОВНІШНІМ СЕРЕДОВИЩЕМ. СЕНСОРНІ СИСТЕМИ

§ 41 ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА СЕНСОРНИХ СИСТЕМ. БУДОВА АНАЛІЗАТОРІВ

ОСНОВНІ ПОНЯТТЯ І ТЕРМІНИ: сенсорні системи, або аналізатори, чутливість, рецептори, провідні шляхи, центральна частина аналізатора, адаптація аналізаторів.

Світанок... Далеко за обрієм урочисто сходить сонце — рожево-жовте, ще не сліпуче. Щойно прокинулися пташки й заспівали, радісно зустрічаючи новий день. З поля лине приємний запах духмяних трав. Холодна роса наче обпікає босі ноги, бадьорить... Тільки-но зірваний молодий огірочок «наїжачився» своїми пухирцями й коле пальці. Він свіжий, солодкий — кращий за цукерку, а хіба можна передати словами його запах?

У глибині душі виникає почуття любові до Природи за її неповторну красу, відчуття молодості, бажання зробити щось добре... Безмежне море почуттів, удячних, світлих думок викликає в нас навколишній світ, сповнений барвами, звуками, запахами й іншими відчуттями, які сприймає людина за допомогою чутливих (сенсорних) систем.

Значення сенсорних систем для організму людини (з латин. *відчуття, сприйняття* або *чутливий*). Природа «обдарувала» людину здатністю сприймати різноманітні подразники навколишнього та внутрішнього середовищ: запахи, звуки, кольори, світло, температуру тощо. Завдяки цьому вона може відчувати та сприймати явища, що відбуваються в довкіллі чи у власному організмі, і відповідно реагувати на них.

Отримання інформації із зовнішнього та внутрішнього середовищ і її аналіз відбувається в організмі людини завдяки роботі аналізаторів (цей термін запровадив у 1909 р. російський фізіолог ***Іван Павлов***), або сенсорних систем.

Аналізатори (сенсорні системи) — це сукупність утворень, що сприймають, передають і аналізують інформацію від довкілля та внутрішнього середовища організму.

Кожний аналізатор складається з трьох основних частин: периферичної (рецептори), провідної (чутливі нервові волокна) і центральної (центри мозкового стовбура й певна чутлива ділянка кори головного мозку).

Рецептори (з латин. *той, що сприймає*) — це чутливі закінчення нервових волокон або спеціалізовані клітини, які сприймають енергію подразника та перетворюють її на електричну енергію нервового імпульсу.

Усі рецептори поділяються на дві групи: зовнішні та внутрішні. До *зовнішніх* належать: слухові, зорові, нюхові, смакові, дотикові рецептори, до *внутрішніх* — рецептори внутрішніх органів та опорно-рухової системи.

Залежно від природи подразника рецептори поділяються на *механічні* (дотикові, слухові, вестибулярні тощо), *хімічні* (смаку, нюху, хеморецептори внутрішніх органів і кровоносних судин), *світлові* (фоторецептори ока), *температурні* та *больові*. За будовою вони бувають дуже простими (відростки чутливих нейронів), можуть бути представлені спеціалізованою чутливою клітиною або входити до складу органів чуття.

Органи чуття — це велика кількість чутливих клітин і пов'язаний із ними допоміжний апарат (наприклад, світлозаломлювальні структури ока).

Як рецептори розрізняють і аналізують сигнали?

Зазвичай кожний рецептор сприймає тільки «свій» подразник, який називається *відповідним*, або *адекватним*. Саме до нього він має високу чутливість. Наприклад, рецептори ока реагують лише на світло, а звуки вони не сприймають.

Рецептори, які реагують на один і той самий подразник, мають різну чутливість до нього. Найчутливіші — здатні реагувати на дуже слабкі подразники. Наприклад, нюхові рецептори збуджуються при дії навіть однієї молекули пахучої речовини, а зорові — єдиним квантом світла у видимій частині спектра.

Провідна частина аналізатора складається з відростків чутливих (аферентних, доцентрових) нейронів, які забезпечують надходження інформації у вигляді електричних імпульсів від рецепторних утворень до центральної нервової системи. Окремі чутливі нервові волокна утворюють чутливі нерви або входять до складу мішаних. Швидкість проведення збудження, особливо в нервових волокнах, які йдуть від зовнішніх рецепторів, дуже висока — 120 м/с, тобто відстань довжиною один метр електричний імпульс долає за 0,008 с.

Центральна частина аналізатора складається з нервових центрів стовбура мозку та відповідних йому зон у корі головного мозку.

У підкіркових центрах аналізатора відбувається первинний аналіз і синтез інформації, що надходить від рецепторів. Особливе місце в цих процесах належить таламусу, який сприймає імпульси від усіх рецепторів і після певної обробки направляє їх до кори великих півкуль, а також до інших структур ЦНС.

У відповідній зоні аналізатора в корі головного мозку відбувається остаточний аналіз і синтез сенсорної інформації. Кожний аналізатор має певну локалізацію — місце розміщення в корі великих півкуль. Так, зоровий аналізатор міститься переважно в потиличній ділянці, руховий — у тім'яній, слуховий — у скроневій ділянці кори великих півкуль головного мозку.

У центральній частині кожного аналізатора відбувається розпізнавання подразників і формування відчуттів та образів.

Відчуття й образи — суб'єктивні. Образи, що виникають у нашій уяві, «народжуються» внаслідок дії реальних подразників. Об'єктивну інформацію про них сприймають рецептори. У корі великих півкуль вона поєднується з інформацією, яка є в пам'яті людини щодо цього подразника або подібного,

емоційного фону, що супроводжував його вплив на людину. Через це образи, що виникають у свідомості людини, мають індивідуальні особливості, оскільки на них позначаються досвід, особливості характеру, фізіологічний стан людини, її здоров'я тощо. Індивідуальність сприйняття об'єктивної дійсності формує суб'єктивні відчуття та óбрази. Наприклад, Буратіно, замовляючи в трактирі «Трьох пічкурів» три скоринки хліба, уявляє їх найсмачнішими ласощами, що аж ніяк не можна сказати про його супутників — лисицю й кота.

Адаптація аналізаторів. Загальною властивістю всіх ланок аналізатора є здатність до адаптації (з латин. *пристосування*), яка виявляється в зниженні чутливості до подразника, що діє тривалий час або постійно. Інакше кажучи, адаптація — це звикання до дії одного й того самого подразника. Це має велике біологічне значення, оскільки звільняє нервову систему від необхідності реагувати на постійні подразники, що не мають ніяких впливів на організм.

Наприклад, зайшовши до кімнати, де цокає годинник, ви спочатку його чуєте, іноді це може вас навіть дратувати. Однак згодом ви вже не зважаєте на ці звуки. Так само ми не помічаємо доторкання одягу до шкіри.

Взаємодія аналізаторів. Як ви вже знаєте, кожний аналізатор має свою чутливу зону в корі головного мозку. Водночас є такі зони, де інформація, що надходить різними чутливими шляхами, взаємодіє між собою. Саме цей процес, який має назву «синтез інформації», забезпечує якомога повнішу відповідність сприйняття та уявлення реальної дійсності.



Рис. 118. Взаємодія аналізаторів і виникнення образу в мозку людини під дією одного з них (запаху)

Наприклад, щоб дізнатися про якість яблука, його недостатньо побачити, бажано понюхати та скуштувати. Лише за таких умов можна отримати достатньо об'єктивну й повну інформацію. Водночас на основі попереднього досвіду ми можемо викликати у своїй уяві цілісний образ на підставі його незначної характеристики. Досить відчути приємний запах із кухні, аби уявити, що там готується смачний сніданок *(рис. 118)*.

Компенсаторне розширення можливостей аналізаторів виникає, коли якийсь із них порушується внаслідок пошкодження або хвороби. Наприклад, у сліпих людей підвищується чутливість інших аналізаторів: у них краще, аніж у зрячих, розвинені слух, відчуття нюху, дотику, сприйняття тиску та температури. Це дає їм змогу орієнтуватися в довкіллі та певною мірою компенсувати відсутність зорової інформації.

Думаємо, розуміємо, відповідаємо. **1.** Обґрунтуйте значення сенсорних систем для організму людини. **2.** Дайте визначення поняття «аналізатор». Назвіть особливості його будови. **3.** Дайте визначення рецепторів і назвіть їх види.

4. Як рецептори сприймають і розрізняють сигнали? **5.** Як вони розрізняють силу подразника? **6.** Наведіть приклади адаптації та «тренування» аналізаторів. **7.** Поясніть механізм взаємодії аналізаторів і наведіть приклади. **8.** Охарактеризуйте компенсаторні можливості аналізаторів.

Самостійна робота з підручником. **1.** Намалюйте в зошиті схему, яка б розкривала механізм роботи рецепторів. **2.** Розгляньте *рис. 118* і поясніть його зміст.

Домашнє завдання. Складіть за текстом підручника схему «Види рецепторів».

§ 42 ЗОРОВА СЕНСОРНА СИСТЕМА. БУДОВА ОКА. ЗАПАЛЬНІ ХВОРОБИ ОЧЕЙ

ОСНОВНІ ПОНЯТТЯ І ТЕРМІНИ: зоровий аналізатор, склера, рогівка, райдужна оболонка, зіниця, кришталик, запальні хвороби очей, ячмінь, кон'юнктивіт.

Зоровий аналізатор (зорова сенсорна система) — найважливіший серед інших, оскільки дає людині понад 90 % інформації, яка надходить у мозок від усіх чутливих утворень організму. Тому слушним є вислів: «Краще один раз побачити, аніж сто разів почути». Зоровий аналізатор, як і всі інші, складається з трьох частин. Периферичною його частиною є око, у якому містяться світлочутливі рецепторні клітини — палички та колбочки. Провідним шляхом є зорові нерви, які перехрещуються біля основи мозку. Центральна частина аналізатора включає центри середнього мозку, таламуса й потиличної ділянки кори.

Функцією зорового аналізатора є сприйняття світла, кольору, величини, форми, розташування й відстані між предметами, напрямку та швидкості їх руху.

Будова ока *(рис. 119, 120)*. Око, або очне яблуко, — дивовижний і надзвичайно складний витвір природи. Це кулястої форми тіло діаметром 24 мм, масою 7–8 г. Око розміщується в очній ямці лицевого відділу черепа (орбіті), у якій воно кріпиться за допомогою чотирьох прямих і двох косих м'язів. Їхнє скорочення забезпечує рухи очей у різних напрямках. У нормі обидва ока рухаються синхронно.

Стінки очного яблука складаються з трьох оболонок: зовнішньої — сполучнотканинної, середньої — судинної та внутрішньої — сітківки.

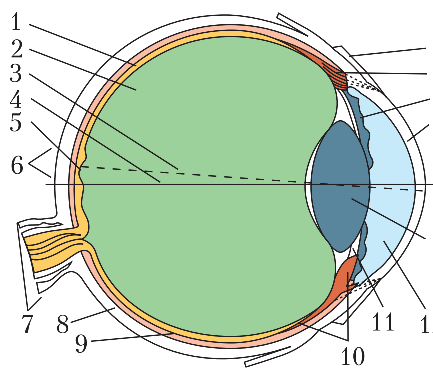


Рис. 119. Схема будови ока:

1 — сітківка; 2 — склоподібне тіло; 3 — зорова вісь; 4 — оптична вісь; 5 — центральна ямка; 6 — жовта пляма; 7 — зоровий нерв; 8 — склера; 9 — судинна оболонка; 10 — війчасте тіло; 11 — задня камера; 12 — передня камера; 13 — кришталик; 14 — рогівка; 15 — райдужна оболонка; 16 — війковий м'яз; 17 — кон'юнктива

Зовнішня оболонка ока становить ніби його зовнішній скелет, забезпечуючи певну форму. Вона складається з двох частин: склери (з грецьк. *твердий, щільний*) і рогівки *(рис. 119, 120)*.

Склера, або білкова оболонка, утворена з непрозорої міцної волокнистої тканини, у якій переплетені колагенові й еластичні волокна. Між волокнами містяться сполучнотканинні та пігментні клітини.

Рогівка — прозора оболонка діаметром 12 мм, яка розміщена в передній частині склери й нагадує скельце годинника. Вона є першою (друга — кришталик) лінзою з дуже сильною світлозаломлювальною здатністю. Рогівка утворена однотипними епітеліальними клітинами, у яких є багато води, що робить їх прозорими. У рогівці немає кровоносних судин, а тому її живлення здійснюється завдяки міжклітинній рідині. Від ушкодження рогівку захищає допоміжний захисний апарат ока — брови, повіки з віями та слізні залози.

Завдяки бровам піт, що стікає з лоба, не потрапляє в очі. Зовнішня частина повік укрита ніжною шкірою, а внутрішня — тонкою слизовою оболонкою — кон'юнктивою (з латин. *з'єднувальний*), яка переходить із повік на поверхню ока.

Від забруднення чи висихання рогівку й склеру захищає рідина, яку виробляють слізні залози *(рис. 120)*, що містяться у верхньобічній зовнішній частині очної ямки. Незначна кількість цієї рідини потрапляє до носової порожнини носослізними каналами *(рис. 120)*. Приблизно 5–7 разів за хвилину відбувається короткочасне смикання верхніх і нижніх повік — захисний рефлекс — моргання. Коли людина плаче, кількість слізної рідини збільшується до 20–30 мл (у нормі виділяється 1 мл за добу) і витікає з очей та виділяється з носа як сльози. Рогівка містить багато нервових закінчень (механорецепторів), через що дотик до неї або різке наближення якогось предмета до очей спричиняє їхнє заплющення, захищаючи рогівку від ушкодження. Це є проявом захисного рефлексу рогівки.

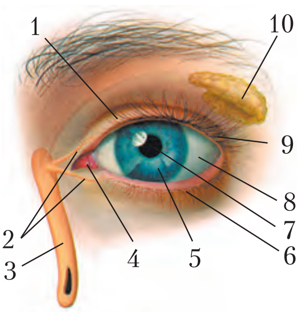


Рис. 120. Око *(вигляд спереду)*:

1 — верхня повіка; 2 — отвори носослізних каналів; 3 — носослізний канал; 4 — сльозове м'ясце; 5 — райдужна оболонка; 6 — нижня повіка; 7 — зіниця; 8 — склера; 9 — вії; 10 — слізна залоза

Рогівка ока добре відновлюється: після операції її можна не зашивати, оскільки вона швидко загоюється сама.

Середня оболонка ока складається з трьох частин *(рис. 119, 120)*: власне судинної та райдужної оболонок і війчастого тіла.

У *судинній оболонці* міститься багато артерій, вен і капілярів, її функція пов'язана з живленням інших оболонок та утворів ока. Спереду судинна оболонка переходить у *війчасте тіло*, яке має гладенький війчастий м'яз і війчасті зв'язки, що прикріплюються до зовнішнього краю кришталика.

Райдужна оболонка, або *райдужка*, — це передня частина судинної оболонки, у якій міститься зіниця. Колір райдужки зумовлений співвідношенням пігментів групи меланінів (чорних, коричневих,

жовтих). Якщо пігментів мало, очі в людини сірі або блакитні. Райдужна оболонка новонароджених дітей має небагато пігменту, тому очі в них завжди тьмяно-сірі (молочні). Згодом вони темнішають і набувають кольору, який визначається вмістом певного пігменту.

Зіниця *(рис. 120)* — це отвір у райдужній оболонці, через який світло проникає в середину ока. Її діаметр змінюється залежно від рівня освітлення: чим більше світла навколо — то вона вужча, що менше — то ширша. У темряві зіниця дуже розширюється. Зміна її ширини відбувається рефлекторно завдяки зіничному рефлексу, який захищає очі від яскравого світла.

Розміри зіниці змінюються через скорочення гладеньких м'язів райдужної оболонки: одними з них керує симпатична, а іншими — парасимпатична нервова система. Під час збудження парасимпатичної частини вегетативної нервової системи зіниці звужуються, а симпатичної — розширюються. Наприклад, при виникненні почуття страху зіниці розширюються, а тому й кажуть: страх має великі очі.

Реакції обох зіниць на світло співдружні. Наприклад, від дії світла на одне око зіниця другого ока також звужується.

Внутрішня оболонка ока. ***Сітківка*** за своїм анатомічним походженням — це винесена далеко на периферію частина центральної нервової системи. Вона є світлосприймальною структурою ока, яка перетворює світлове подразнення на нервовий імпульс, здійснюючи первинну обробку зорового сигналу.

Кришталик *(рис. 119)* — прозоре еластичне сочевицеподібне тіло, підвішене особливими зв'язками до війчастого тіла. Він подібний до двоопуклої лінзи діаметром 10 мм. Кришталик не містить судин і нервів — його живить міжклітинна рідина.

Склоподібне тіло *(рис. 119)* розташоване за кришталиком і заповнює більшу частину порожнини ока. Це прозора драглиста маса без кровоносних судин і нервів. Склоподібне тіло — важливий «наповнювач» ока, воно зберігає його кулясту форму та забезпечує надходження світла на сітківку.

Зорові провідні шляхи *(рис. 119)*. Аксони внутрішнього шару нервових клітин сітківки утворюють чутливий зоровий нерв, який має понад мільйон нервових волокон. Він виходить з ока й через отвір очної ямки проходить у порожнину черепа.

Зоровий нерв — це периферична частина зорових шляхів. До них також належить зорове перехрестя та зоровий тракт. Центральну частину зорових шляхів утворюють передні горби чотиригорбкового тіла середнього мозку й зорові ядра таламуса. У цих структурах відбувається аналіз зорових сигналів.

Одна частина волокон зорового нерва, який починається від зовнішньої половини сітківки кожного ока, проходить до однойменних (правих, лівих) потиличних ділянок кори — зорових центрів. Ті ж волокна, що беруть початок від внутрішньої половини сітківки кожного ока, перетинаються в місці зорового перехрестя й переходять на протилежний бік, підходячи до різнойменних потиличних ділянок кори, наприклад волокна лівого зорового нерва — до правої, правого — до лівої. Унаслідок цього зорові образи, що формуються в центрах кори великих півкуль, є наслідком надходження інформації від обох очей.



а) б) в)

Рис. 121. Кон'юнктивіт (а), більмо (б), ячмінь (в)

Запальні хвороби очей найчастіше трапляються внаслідок порушення особистої гігієни (брудні рушники, руки тощо), що призводить до зараження різними бактеріями чи вірусами.

Запалення повік супроводжується їх набряканням, свербежем, сльозотечею. У таких випадках очі треба насамперед промити міцним розчином чаю або рум'янку (ромашки), а якщо це не допоможе — необхідно звернутися до окуліста.

Ячмінь — гостре гнійне запалення сальної залози повіки, яка розміщена біля устя вій. Ознаки: обмежена болісна червонувата припухлість *(рис. 121, в)*; ячмінь через 3–4 дні прориває, із рани витікає гній. Найчастіше причиною його утворення є порушення правил гігієни (користування брудним рушником, носовичком), але ячмінь буває також ознакою порушення системи імунітету, гіповітамінозу (групи B, C), цукрового діабету. При утворенні ячменя, особливо якщо це трапляється часто, потрібно обов'язково звернутися до лікаря-окуліста.

Кон'юнктивіт — запалення слизової оболонки повік та очного яблука *(рис. 121, а)*. Окрім порушень правил гігієни й інфекційних чинників, значну роль у виникненні цієї хвороби відіграють захворювання на короткозорість і далекозорість, а також пил, дим, напружена зорова праця. Ознаки: сльозотеча, відчуття різі в очах, набрякання та почервоніння повік, іноді витікання гною. Призначається таке саме лікування, як і при запаленні повік.

Думаємо, розуміємо, відповідаємо. 1. Визначте взаємозв'язок будови та функцій зорового аналізатора. **2.** Поясніть особливості системи захисту ока. **3.** Поясніть механізм взаємозв'язку системи руху очного яблука. **4.** Визначте взаємозв'язок будови та функцій рогівки. **5.** Поясніть взаємозв'язок між будовою та функціями райдужної оболонки ока. **6.** Покажіть взаємодію симпатичної та парасимпатичної нервових систем на прикладі зіничного рефлексу. **7.** Поясніть взаємозв'язок будови та функцій кришталика. **8.** Доведіть взаємозв'язок між будовою та функціями склоподібного тіла.

Самостійна робота з підручником. Складіть у зошиті схему, яка пояснюватиме, чому в людини виділяється з носа прозора рідина, якщо вона плаче.

Запитання для допитливих. Чому людині, у якої часто виникають ячмені, рекомендують: а) перевірити рівень глюкози в крові; б) пити пивні дріжджі?

Домашнє завдання. Складіть у зошиті таблицю та опишіть прозорі структури ока.

Це треба знати. Правила гігієни для запобігання запаленню очей: користуйтеся завжди особистими чистими рушниками; часто мийте руки; знищуйте мух і стежте за чистотою в приміщенні.

§ 43 ОПТИЧНА СИСТЕМА ОКА. АКОМОДАЦІЯ. РЕФРАКЦІЯ ТА ЇЇ ВИДИ. ПОРУШЕННЯ ЗОРУ. НЕЗАПАЛЬНІ ХВОРОБИ ОЧЕЙ

ОСНОВНІ ПОНЯТТЯ І ТЕРМІНИ: оптична система ока, акомодація, рефракція, короткозорість, далекозорість, косоокість, сліпота, травми очей.

Поняття про оптичну систему ока. Око людини — своєрідна оптична система, у якій є світлочутливий екран: сітківка та світлозаломлювачі утворення, передусім рогівка й кришталик.

Через необхідність наводити око на об'єкт, який розглядається, очне яблуко в більшості тварин, а також у людини має кулясту форму. На шляху до сітківки промінь світла проходить через кілька прозорих утворень: рогівку, кришталик, склоподібне тіло *(рис. 119)*. З них лише кришталик може активно змінювати свою заломлювальну силу за допомогою війчастого м'яза, а рогівка та склоподібне тіло мають сталі показники заломлення світлових променів.

Оптична система ока має забезпечувати чітке зображення предмета на сітківці. Після заломлення світлових променів у кришталику утворюється зменшене зворотне зображення предмета на сітківці *(рис. 122)*. У зоровому центрі головного мозку відбувається аналіз зображення, унаслідок чого воно «перевертається», тобто сприймається таким, яким є насправді.

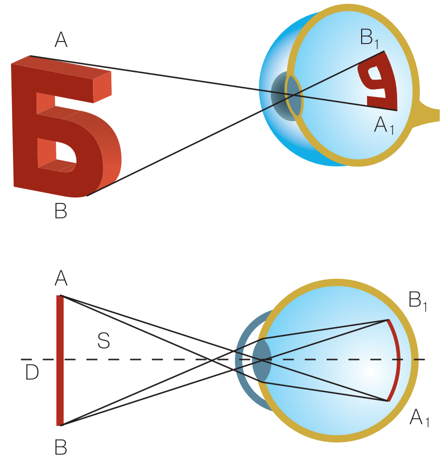


Рис. 122. Відбиття зображення предмета на сітківці ока:
D — головна оптична вісь;
S — відстань до предмета

Акомодація ока. Для чіткого бачення предмета необхідно, щоб промені, які відходять від нього, сфокусувалися на сітківці. Коли людина дивиться на далекі предмети, їхні зображення фокусуються на сітківці, їх видно чітко. Водночас, близькі предмети людина бачить нечітко, оскільки промені від них фокусуються за сітківкою. Саме через це одночасно й однаково чітко бачити предмети, які віддалені від очей на різну відстань, неможливо.

Пристосування ока до чіткого бачення предметів, віддалених на різну відстань, називається ***акомодацією***. Під час цього процесу змінюється опуклість (кривизна) кришталика, а отже — його заломлювальна здатність *(рис. 123)*. Коли людина розглядає близькі предмети, кришталик стає опуклішим, завдяки чому промені, які розходяться від світлової точки, сходяться на сітківці.

Дія механізму акомодації ока виражається в скороченні війчастих м'язів, які здатні змінювати опуклість кришталика, що регулюється парасимпатичними нервовими волокнами.

Для здорового ока далека точка ясного бачення знаходиться в безкінечності. Далекі предмети воно розглядає без скорочення війчастого м'яза.

Найближча точка ясного бачення в нормі знаходиться на відстані 7–10 см від ока в дітей, підлітків і молодих людей. Предмети, розміщені ближче, неможливо чітко побачити навіть за максимального скорочення війчастого м'яза. З віком найближча точка ясного бачення віддаляється.

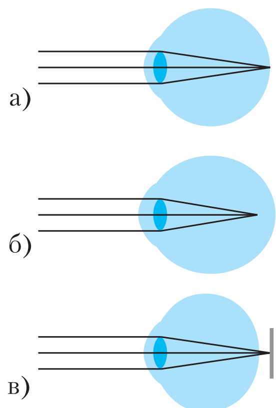


Рис. 123. Форма очного яблука:

а) при нормальному зорі; б) при короткозорості; в) при далекозорості

Рефракція ока та її види. ***Рефракцією*** (з латин. *заломлення*) називають заломлювальну здатність ока в стані спокою, тобто коли кришталик максимально сплощений (війчастий м'яз розслаблений, а зв'язки натягнуті).

В оці з нормальною рефракцією паралельні промені, що йдуть від предметів, перетинаються на сітківці *(рис. 123, а)*. Це забезпечує чітке бачення предмета. Однак часто трапляються порушення рефракції — короткозорість і далекозорість. Вони зазвичай пов'язані з порушенням заломлювальних утворень та зі зміненою довжиною осі очного яблука *(рис. 123)*.

Короткозорість — таке порушення зору, коли предмети чітко видно тільки зблизька. Вона буває зумовлена генетично або виникає через перенапруження очей (недостатнє освітлення робочого місця, тривале перебування перед увімкненим телевізором або комп'ютером). До короткозорості призводить також неповноцінне харчування, особливо нестача в їжі вітаміну А.

Як виникає короткозорість? Коли поздовжня вісь ока надто довга чи його заломлювальна здатність надто велика, головний фокус (чітке зображення) утворюється не на сітківці, а попереду неї, у склоподібному тілі. Таке око називається *короткозорим (рис. 123, б)*.

У короткозорому оці найдальша точка ясного бачення знаходиться не в безкінечності, а на досить близькій відстані. Тому короткозора людина чітко бачить лише близькі предмети *(рис. 124, а)*.





Рис. 124. Сприйняття близьких і віддалених предметів:

а) при короткозорості; б) при далекозорості

Це треба пам'ятати! Якщо ви погано бачите, що написано на дошці, і вам хочеться пересісти ближче до неї або коли під час читання доводиться примружувати очі чи наближати до них книжку, а під час письма — надто нахиляти голову до столу, треба негайно звернутися до лікаря, який порадить певні методи лікування чи підбере окуляри.

Людині, яка має короткозорість високого ступеня, не рекомендується: носити вантажі; працювати з дрібними предметами, з комп'ютером, у зігнутому положенні тіла або зі схиленою головою; займатися видами спорту, що потребують піднімання значної ваги, різкого пересування (важка атлетика, гімнастика, акробатика, веслування, стрибки у воду тощо).

Це треба пам'ятати! Якщо короткозорість не лікувати й не дотримуватися певних правил гігієни зору, може виникнути відшарування сітківки, унаслідок чого людина втрачає зір.

Далекозорість — порушення зору, через яке предмети добре видно тільки здалеку. Далекозоре око має коротку поздовжню вісь чи недостатню заломлювальну здатність, а тому паралельні світлові промені, що йдуть від далеких предметів, збираються позаду сітківки, і на ній виникає нечітке, розмите зображення предмета. У далекозорих людей найближча точка ясного бачення знаходиться далі, аніж у нормальному оці (тобто більше 10 см), тому вони добре бачать віддалені предмети й погано — близькі *(рис. 123, в; 124, б)*.

Для поліпшення зору при далекозорості можна застосовувати спеціальну гімнастику, спрямовану на тренування м'язового апарату війчастого тіла. Якщо вона не допомагає, лікар прописує окуляри з двоопуклими збиральними лінзами. Вони збільшують заломлення світла, завдяки чому промені фокусуються на сітківці.

Косоокість *(рис. 125)* — таке положення очного яблука, коли зорова лінія одного ока спрямована на предмет, що розглядається, а іншого — відхилена в бік носа *(збіжна косоокість)* або в бік скроні *(розбіжна косоокість)*.

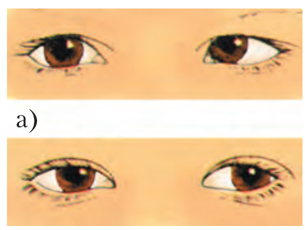


Рис. 125. Збіжна (а) і розбіжна (б) косоокість

Косоокість пов'язана з порушенням одночасного й узгодженого руху очей унаслідок ураження м'язів, які рухають око. Це може бути наслідком інфекційних хвороб (ангіна, грип, кір), травм голови, психічної травми (переляк).

За наявності косоокості необхідно якнайшвидше звернутися до лікаря, бо око, що не виконує відповідні функції, з часом може втратити здатність бачити.

Незапальні захворювання очей. *Помутніння рогівки* *(рис. 121, б)*, або ***більмо*** (полуда), може виникнути в літніх людей після травмування ока чи його запалення. Унаслідок цього погіршується або зовсім припиняється потрапляння світла до ока й людина сліпне. Єдиним методом лікування більма є пересаджування рогівки. Першим у світі таку операцію запропонував і здійснив видатний український офтальмолог ***Володимир Філатов*** (1875–1956).


Володимир Філатов

Помутніння кришталика також виникає внаслідок травм ока, порушення обміну вітамінів (дефіцит вітамінів C, A) і вуглеводів (цукровий діабет) або старіння організму.

Через це зір значно погіршується, виникає мерехтіння в очах, людина бачить подвоєні обриси предметів. У таких випадках необхідно негайно звернутися до окуліста, оскільки на ранніх стадіях захворювання хворобі можна зарадити.

Сліпота — значне зниження або повна відсутність зору обома очима. Розрізняють *абсолютну сліпоту*, коли в людини відчуття світла повністю відсутнє, вона не відрізняє світло від темряви, і *відносну*, коли гострота зору не перевищує 0,05 діоптрій. У першому випадку людина, яка не має певних навичок, нездатна без сторонньої допомоги пересуватися й орієнтуватися в довкіллі.

Сліпота буває *вродженою* та *набутою*. Остання може виникати при двобічному враженні будь-якої ділянки зорового аналізатора: органа зору — ока (більмо, помутніння кришталика, відшарування сітківки, травма ока); зорового нерва (наприклад, випадкове вживання метилового спирту, який спричиняє атрофію зорових нервів); центру зору (наприклад, пухлина мозку).

Думаємо, розуміємо, відповідаємо. 1. Поясніть поняття «світлозаломлювальні середовища ока». Доведіть, що серед них тільки кришталик може змінювати свою заломлювальну силу. **2.** Обґрунтуйте механізм відбиття зображення на сітківці ока. Користуючись *рис. 122*, намалюйте в зошиті схему відбиття зображення предмета на сітківці ока. **3.** Визначте фізіологічні процеси акомодації ока. Чому не можна однаково чітко бачити предмети, віддалені від очей на різну відстань? **4.** Поясніть механізм зміни опуклості кришталика. **5.** Поясніть поняття «дальня точка ясного бачення» та «найближча точка ясного бачення». **6.** Дайте визначення, що таке *рефракція ока*. Установіть причини та механізми короткозорості. **7.** Як людина може виявити в себе короткозорість? Якими мають бути її дії при цьому? Що не рекомендується хворим на короткозорість? **8.** Визначте причини та механізми далекозорості. **9.** Визначте роль руху очей для зору. Чому він має бути узгодженим в обох очах? **10.** Поясніть причини й прояви помутніння рогівки та кришталика. **11.** Що таке *сліпота*? Які види й причини сліпоти ви знаєте?

Самостійна робота з підручником. 1. Поясніть походження термінів «рефракція», «акомодація». **2.** Користуючись *рис. 123*, позначте в зошиті, де фокусується зображення предмета: а) у здоровому оці; б) у короткозорому оці; в) у далекозорому оці. **3.** Перемалюйте в зошит форму лінз і зазначте, які з них (двоопукла, двовипукла) підходять при: короткозорості; далекозорості.

Запитання для допитливих. 1. Яких сліпих видатних музикантів, письменників, співаків ви знаєте? Які риси характеру допомогли їм досягти успіху? **2.** Яке з указаних у параграфі порушень зору, як правило, з’являється в людей старшого віку? Поясніть та обґрунтуйте відповідь.

Домашнє завдання. 1. Складіть пам’ятку-пораду, як запобігти короткозорості, і надайте рекомендації людям, які страждають на це захворювання. **2.** Складіть пам’ятку, як запобігти ушкодженням очей. **3.** Обґрунтуйте правила надання домедичної допомоги на випадок травмування ока, потрапляння в нього стороннього тіла, опіків очей.

Це треба знати. Будь-яке пошкодження ока небезпечне й може спричинити сліпоту навіть через тривалий час після травми!

Лабораторне дослідження

ТЕМА. Визначення акомодації ока, реакції зіниць на світло

МЕТА: навчитися визначати акомодаційну здатність ока та вміти пояснити її; виявити узгоджений зінічний рефлекс на світло.

ОБЛАДНАННЯ ТА МАТЕРІАЛИ: аркуш білого паперу з отвором посередині (2–3 мм) і літерами різних розмірів навколо нього, шкільна дошка.

ХІД РОБОТИ *(робота виконується в парі)*

1. Один учень (експериментатор) чітко пише слово, наприклад *акомодація*, на дошці, на відстані 3–3,5 м від досліджуваного.

2. Експериментатор підносить досліджуваному аркуш паперу з літерами й отвором на відстані 12–15 см від його очей. Він розміщує аркуш так, щоб літери на папері було чітко видно, а через отвір можна було читати текст, написаний на дошці.

3. Досліджуваний через отвір у папері одним оком (друге прикриває) читає напис на дошці. Як при цьому він бачить літери на папері?

4. Поверніть досліджуваного обличчям до світла й зверніть увагу на ширину його зіниць і на те, що в них однаковий діаметр.

5. На 10–15 с прикрийте рукою одне око досліджуваного, який стоїть обличчям до світла, і простежте за розширенням зіниці не тільки закритого, а й незакритого ока (синхронність реакції).

6. Швидко відведіть руку від ока й знову визначте ширину зіниць. При цьому буде помітне швидке одночасне звуження обох зіниць.

ВИСНОВОК

Поясніть та обґрунтуйте:

1. У чому полягає акомодаційна здатність ока?

2. Чому й завдяки яким фізіологічним механізмам виникають узгоджені реакції зіниць на світло?

§ 44 БУДОВА ТА ФУНКЦІЇ СІТКІВКИ ОКА. СВІТЛОВИЙ, КОЛІРНИЙ І ПРОСТОРОВИЙ ЗІР. ГІГІЄНА ЗОРУ

ОСНОВНІ ПОНЯТТЯ І ТЕРМІНИ: сітківка ока, фоторецептори (палички та колбочки), сліпа пляма, жовта пляма, світлова й темнова адаптація, дальтонізм, просторовий зір.

Сітківка ока — його внутрішня оболонка — містить рецепторний апарат зорового аналізатора. Товщина сітківки дуже мала — 0,1–0,2 мм, проте вона складається з багатьох шарів різних клітин, які, з'єднуючись між собою відростками, сплітаються в ажурну сітку *(рис. 126)*.

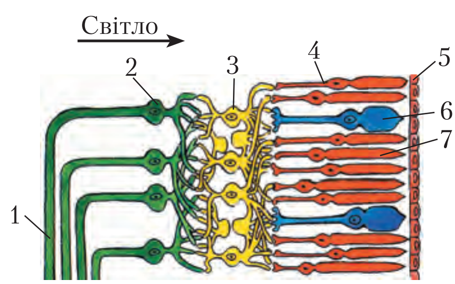


Рис. 126. Схема будови сітківки ока:
1 — волокна зорового нерва;
2 — гангліозні нейрони; 3 — біполярні нейрони; 4 — фоторецепторний шар;
5 — клітини пігментного шару;
6 — колбочки; 7 — палички

Пігментний шар сітківки — зовнішній. Він утворюється епітелієм, який має пігмент фуксин. Цей термін походить від прізвища німецького ботаніка Л. Фукса, який у XVI ст. описав рослини, що містять подібний барвник. Фуксин погли-

нає світло й, отже, перешкоджає його віддзеркаленню та розсіюванню, що сприяє чіткості зорового сприйняття. Цікаво, що в деяких тварин між пігментним шаром і фоторецепторами міститься віддзеркалюючий шар клітин, через що їхні очі ніби світяться в темряві.

Фоторецептори (з грецьк. *той, що стосується світла*, і *рецептор*) прилягають до пігментного шару. Розрізняють рецептори двох видів — *палички* та *колбочки*. У кожному оці є 7–8 млн колбочок і 110–125 млн паличок. Вони розподілені в сітківці нерівномірно.

Так, у центрі сітківки, якраз навпроти зіниці, є так звана *жовта пляма* — місце найкращого бачення, бо тут розміщено найбільше паличок і колбочок. Вона має центральну ямку, де містяться лише колбочки. У напрямі до периферії сітківки кількість колбочок зменшується, а паличок — зростає. На периферії розташовані майже тільки палички.

Колбочки мають незначну чутливість і тому функціонують в умовах яскравої освітленості (забезпечують денний зір) і сприймають кольори, а палички сприймають лише чорно-біле світло. Вони дуже чутливі й збуджуються навіть за незначного освітлення, наприклад у сутінках. Це фоторецептори «сутінкового», або «нічного», зору. Тварини, які ведуть нічний спосіб життя, мають їх набагато більше.

Подразнюючи різні ділянки сітківки, учені дослідили, що кольори найкраще розрізняються, коли світло діє на жовту пляму й центральну ямку. Периферія сітківки кольори не сприймає. Тому в умовах поганого освітлення, коли центральний — колбочковий — зір різко знижений, переважає периферичний паличковий. А оскільки палички реагують тільки на чорно-біле світло, то в сутінках людина погано розрізняє кольори. Тому й кажуть: «Уночі всі коти сірі».



Рис. 127. Дослід Маріотта

Сліпа пляма — місце виходу зорового нерва з очного яблука, не містить фоторецепторів, а тому й не сприймає світло. В існуванні сліпої плями легко переконатися, якщо провести дослід Маріотта *(рис. 127, див. лабораторне дослідження на с. 164)*.

Нейрони сітківки *(рис. 126)*. Наступний шар сітківки — це вставні, біполярні нейрони, з якими з'єднується шар гангліозних нервових клітин (з грецьк. *вузол*). Аксони (відростки) цих клітин формують зоровий нерв. Біполярні та гангліозні клітини мають багато зв'язків між собою. Завдяки цьому в зоровому нерві в 100 разів менше нервових волокон, аніж фоторецепторів.

Хімічний компонент зору. Ще наприкінці 70-х років XIX ст. в сітківці ока тварин, а потім і людини вчені відкрили світлочутливі пігменти, які знебарвлюються на світлі.

У паличках міститься пігмент *родопсин* (з грецьк. *троянда* та *зір*), а в колбочках — *йодопсин* (з грецьк. *подібний до кольору фіалки* та *зір*). Обидва пігменти — високомолекулярні сполуки, що складаються з окисненого вітаміну А — ретиналю (з латин. *сітківка*) і білка опсину *(рис. 128)*.

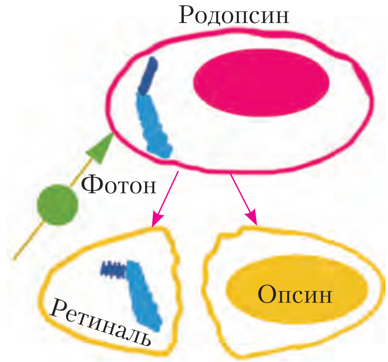


Рис. 128. Світлочутливий пігмент родопсин і його перетворення під дією світла

У темряві родопсин і йодопсин перебувають у неактивній формі. Під дією світла вони миттєво розпадаються («вицвітають») і переходять в активну форму: ретиналь відщеплюється від опсину *(рис. 128)*. Так зорові пігменти збуджують фоторецептори, що супроводжується виникненням електричного потенціалу. З'являється нервовий імпульс. У темряві зорові пігменти відновлюються завдяки сполученню вітаміну А з опсином.

Нестача вітаміну А в їжі викликає розлад функцій паличок і порушення сутінкового зору — курячу сліпоту: людина майже нічого не бачить у сутінках, а вдень зір функціонує нормально. Ось чому так важливо вживати продукти, які містять вітамін А.

Світлова чутливість ока людини дуже висока. Уважають, що одну паличку може збудити один квант світла. Чутливість ока до світла пов'язана з функціями паличок і колбочок, може змінюватися й залежить від рівня освітлення довкілля.

При переході з темряви на світло настає тимчасове засліплення людини. Однак поступово око ніби «звикає» до світла. Це явище має назву *адаптація до світла*. Зворотне явище спостерігається, коли людина потрапляє зі світлого приміщення в темне. Спочатку вона ніби нічого не бачить, а потім поступово починає розрізняти контури предметів і їх деталі. Таке явище називається *адаптацією до темряви* — з поступовим зростанням чутливості фоторецепторів. Обидва механізми зорової адаптації пов'язані з процесами відновлення зорових пігментів. Наприклад, за тривалого перебування в темряві кількість родопсину більша в 100 000–200 000 разів, аніж в умовах яскравого освітлення.

Утім, зір можливий тільки в межах порівняно вузької смуги електромагнітного випромінення — довжиною світлової хвилі від 360 до 760 нм, тобто від синього до червоного кольору спектра. Світлові хвилі поза цією смугою око вже не сприймає.

Механізм сприйняття кольору пов'язаний із функціями колбочок, які реагують на різну довжину хвилі у світловому спектрі. З численних теорій колірного зору найпоширенішою є трикомпонентна, яку запропонували у своїх працях Т. Юнг (1802) і Г. Гельмгольц (1866). У сучасному розумінні вона пов'язана з існуванням трьох видів колбочок, одні з яких сприймають тільки червоний, другі — зелений, а треті — синій кольори. При збудженні різних видів колбочок виникає відчуття всіх кольорів видимого спектра. Первинне розрізнення кольору відбувається в сітківці, але остаточний колір формується вже у вищих зорових центрах.

За відсутності чи порушення функцій колбочок певного виду може виникнути колірна сліпота — повна чи часткова. Найчастішим порушенням є ***дальто-***

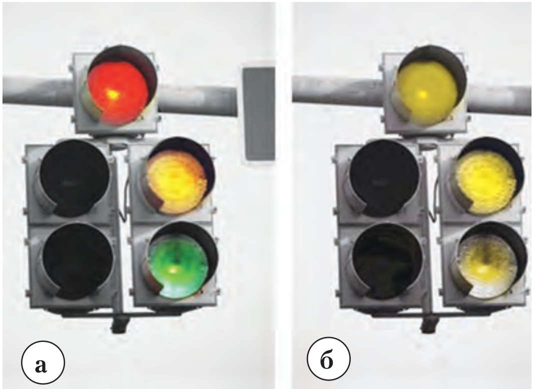


Рис. 129. Так бачить світлофор людина з нормальним зором (а), а так — хвора на дальтонізм (б)

нізм, уперше описаний англійським ученим ***Дж. Дальтоном***, який і сам страждав від цієї хвороби. Дальтонізм характеризується нездатністю розрізняти червоний і зелений кольори, що спричиняє порушення колірної картини навколишнього світу *(рис. 129)*. Зрозуміло, що дальтонікам не можна працювати у сфері транспорту, в авіації. Лікарі під час професійних оглядів виявляють таких хворих за допомогою спеціальних колірних таблиць.

Гострота зору — максимальна здатність розрізняти окремі зорові об’єкти, яку визначають за найменшою відстанню між двома точками, що око бачить окремо. Гостроту зору вимірюють за допомогою відомих вам із раннього дитинства таблиць із фігурами чи літерами різної величини. Проти кожного рядка стоїть число, що означає відстань у метрах, з якої здорове око має розрізнити літери цього рядка. Зменшення гостроти зору нижче 0,8 (на одному чи обох очах) означає, що ви повинні обов’язково лікуватися в окуліста.

Просторовий зір. ***Поле зору*** — це простір, який сприймає око, коли воно фіксує зір на одній точці. Для обох очей він становить майже 180°. Поставте вазу з квітами на підвіконня і на відстані 30–50 см розглядайте якусь одну квітку. Її ви бачите чітко, бо це квітка проектується на сітківці в місці найкращого бачення — жовтій плямі. Інші предмети ви бачите периферичним зором менш виразно й нечітко.

Образ предмета на сітківці буде більшим, якщо він перебуває поблизу (це базується на знанні його розмірів; якщо такої інформації в пам’яті людини немає, то визначити його віддаленість вона не зможе). Визначити відстань і глибину простору допомагає акомодація, яка пристосовує око до чіткого бачення предметів, що розташовані на різній відстані. Велике значення має також бінокулярний зір.

Бінокулярний зір (з латин. *двічі* й *очний*) — зір двома очима — є дуже важливим для просторового сприйняття світу. Коли ми дивимося на якийсь предмет, то його зображення виникає на сітківках кожного ока в однакових місцях, а зоровий центр об’єднує їх. У цьому легко переконатися, якщо натиснути на одне око збоку: в очах починає двоїтися, бо зображення потрапило на різні ділянки сітківок. Так і в нашому відчутті подвоюються зображення від предметів, на які не наведено погляд. Що далі вони від того предмета, на який наведено погляд, то сильніше подвоюється їх зображення. Саме завдяки цьому подвоєнню нервова система визначає відстань до предмета.

Ви можете впевнитися в цьому, провівши дослід. Візьміть два олівці й тримайте їх перед очима один за одним. Наведіть погляд на той олівець, що

до вас ближче, і віддаляйте від очей інший. Якщо ви не зводитимете погляду з першого олівця, то помітите, що зображення другого подвоюється.

Гігієна зору. Щоб зберегти зір, треба насамперед правильно харчуватися, частіше перебувати на свіжому повітрі, виконувати фізичні вправи. Кімната має бути добре освітленою. Підвіконня не варто заставляти високими квітами, а штори на вікна краще підібрати світлі. У сонячну літню погоду, особливо на пляжі, рекомендується користуватися темними окулярами, які захищають сітківку від яскравих сонячних променів (зокрема, ультрафіолетового спектра). Увечері потрібно користуватися лампами потужністю 60–100 Вт із плафонами, що розсіюють світло. Домашні завдання треба виконувати тільки в добре освітленому місці. Книжку або зошит тримати на відстані 30–35 см від очей. На столі, за яким ви готуєте уроки, треба розташовувати лампу так, щоб її світло падало з лівого боку на зошит або книжку, а очі були в тіні.

Чергуйте зорову працю з відпочинком: через кожні 40–45 хв роботи відпочивайте 10 хв.

Не читайте в транспорті! Це завдає шкоди очам, оскільки поштовхи та коливання постійно змінюють відстань від книжки до очей, а кришталик — свою кривизну, що спричиняє вади зору.

Не читайте лежачи! Це призводить до неправильного розміщення книжки щодо очей і погіршує зір.

Не дивіться телевізор більше двох годин на день.

На якій відстані від телевізора треба сидіти, залежить від величини діагоналі екрана. Працюючи за комп'ютером, дотримуйтеся таких правил: відстань від очей до екрана дисплея має бути 50–55 см; зображення на дисплеї відрегулюйте так, щоб воно було чітким і контрастним, але не надто яскравим; безперервно працювати за комп'ютером можна: старшокласникам — 25–30 хв, учням 7–8 класів — 15–20 хв, молодшим школярам — 10–15 хв. Короткозорі діти при цьому мають користуватися окулярами.

Думаємо, розуміємо, відповідаємо. **1.** Визначте взаємозв'язок будови та функцій сітківки. **2.** Поясніть, що таке *денний* і *сутінковий зір*, у чому полягає взаємозв'язок паличок і колбочок. **3.** Як палички та колбочки розміщуються в сітківці? Яке це має значення? **4.** Проаналізуйте фізіологічний зміст і значення світлової чутливості ока. Поясніть поняття «адаптація» до світла й темряви. **5.** Поясніть механізми сприйняття кольору. Яке значення воно має для професійної діяльності? **6.** Обґрунтуйте поняття «гострота зору». Наведіть приклад визначення. **7.** Поясніть поняття «поле зору». **8.** Яке значення для людини має бінокулярний зір? **9.** Визначте, як за допомогою зору відбувається оцінка відстані, глибини простору й величини предмета. **10.** Обґрунтуйте причини порушення зору через різні зловживання. **11.** Назвіть основні правила освітлення приміщень. Поясніть, чому читання в транспорті погіршує зір.

Самостійна робота з підручником. Поясніть походження слів *фуксин, родопсин, гангліозний, біполярний, бінокулярний, дальтонізм, ретиналь.*

Запитання для допитливих. Розкрийте сутність теорії «опонентних кольорів». Чим вона відрізняється від «трикомпонентної» теорії колірного зору?

Домашнє завдання. Перевірте на собі та на членах вашої родини наявність сліпої плями й поясніть, з чим це пов'язано.

Це треба знати. Шкідливі звички (куріння, уживання алкоголю та наркотиків) — шлях до сліпоти.

Лабораторне дослідження

ТЕМА. Виявлення наявності сліпої плями на сітківці ока (дослід Маріотта)

МЕТА: навчитися виявляти сліпу пляму та визначати її фізіологічне значення.

ОБЛАДНАННЯ ТА МАТЕРІАЛИ: картка для демонстрації сліпої плями *(рис. 127).*

ХІД РОБОТИ

1. Затуліть лівою рукою ліве око й, тримаючи картку в правій витягнутій руці, повільно наближайте її до правого ока. При цьому дивіться тільки на ліве зображення (хрестик). Поясніть, чому на відстані 10–15 см від ока праве зображення (коло) раптом зникає.

2. Те саме зробіть із затуленим правою рукою правим оком, дивлячись лівим на праве зображення (коло).

Поясніть, чому на відстані 10–15 см раптом зникає зображення хрестика.

ВИСНОВОК. Намалюйте в зошиті й поясніть схему. Чим зумовлена наявність сліпої плями?

§ 45 ЗНАЧЕННЯ, БУДОВА ТА ФУНКЦІЇ СЛУХОВОЇ СЕНСОРНОЇ СИСТЕМИ

ОСНОВНІ ПОНЯТТЯ І ТЕРМІНИ: слуховий аналізатор, зовнішнє, середнє та внутрішнє вухо, вушна раковина, зовнішній слуховий прохід, барабанна перетинка, слухові кісточки, євстахієва труба, завитка, кортіїв орган, отит, глухота, глухонімота, шум, сірчана пробка.

Значення слуху. ***Слух*** — здатність організму сприймати звукові коливання, що забезпечується слуховим аналізатором. Значення слуху в життєдіяльності людини дуже велике, адже слухова сенсорна система є другою за значенням після зору. З виникненням виразної мови в людському суспільстві слух набув особливого значення.

Звук — фізичне явище; це звукові хвилі, що поширюються від фізичного тіла, яке коливається з певною частотою. Вухо людини сприймає звукові коливання частотою 16–20 000 Гц (найнижчий звук дає струна контрабаса, найвищий — флейта пікколо). Діапазон голосу людини під час розмови знаходиться в межах 150–3000 Гц. Звукові коливання частотою менше 16 Гц сприймаються як вібрації. Звукові коливання частотою понад 20 кГц називаються *ультразвуками*.

Вухо людини не сприймає ультразвук (на відміну, наприклад, від кажанів, деяких риб і комах, які здатні його утворювати й сприймати). Ультразвук добре відбивається від структур неоднорідної щільності, що широко використовується в техніці та медицині: лікарі застосовують його для дослідження серця, нирок, печінки тощо.

Окрім частоти, звук має певну силу (тиск звукової хвилі на барабанну перетинку людського вуха), яка вимірюється в децибелах (дБ). Діапазон сили звуку для нормального сприйняття становить 1–80 дБ. Звук силою понад 80 дБ шкідливий для вуха людини.

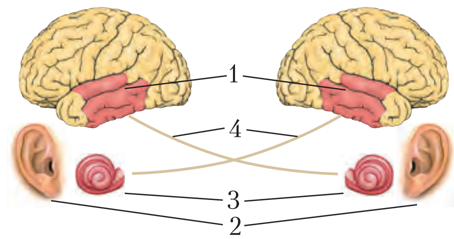


Рис. 130. Схематична будова слухового аналізатора:

1 — центри слуху *(центральна частина аналізатора)*; 2 — зовнішнє вухо; 3 — внутрішнє вухо; 4 — слуховий нерв

Першою науковою теорією сприйняття звуків є теорія німецького вченого Г. Гельмгольца, згідно з якою фізична енергія звукових коливань примушує коливатися певні анатомічні утвори вуха, завдяки чому виникає збудження рецепторів і формується нервовий імпульс.

Слуховий аналізатор складається з трьох частин: рецепторного апарату (у внутрішньому вусі), слухового нерва й центральної частини, яка міститься в скроневій частці кори головного мозку *(рис. 130)*.

Орган слуху — ***вухо*** — має три відділи: зовнішнє, середнє й внутрішнє. Звукові коливання, перш аніж дійти до слухових рецепторів, проходять через систему звукопровідних і звукопідсилювальних структур.

Зовнішнє вухо *(рис. 131)* складається з *вушної раковини* — хрящової пластинки, укритої шкірою. У ділянці мочки вуха хрящ відсутній. Будова вушної раковини пов'язана з її функцією вловлювати звукові коливання й точно спрямовувати їх до зовнішнього слухового проходу.

До зовнішнього вуха належить і *зовнішній слуховий прохід* завдовжки 2—3 см, діаметром до 1 см, що йде від вушної раковини до середнього вуха, від якого він відділений барабанною перетинкою. Вушна раковина відіграє роль підсилювача звуку. Вона збирає звукові хвилі, спрямовуючи їх на барабанну перетинку, площа якої у 2,2–5 разів менша за площу звукосприймання вушної раковини. Якщо людина недочуває, то може підсилити звук, прикладаючи долоню до вушної раковини.

Барабанна перетинка відокремлює зовнішній слуховий прохід від середнього вуха. Вона має товщину 0,1 мм, сплетена зі сполучнотканинних волокон, які розгалужуються в різних напрямках. За своєю формою барабанна

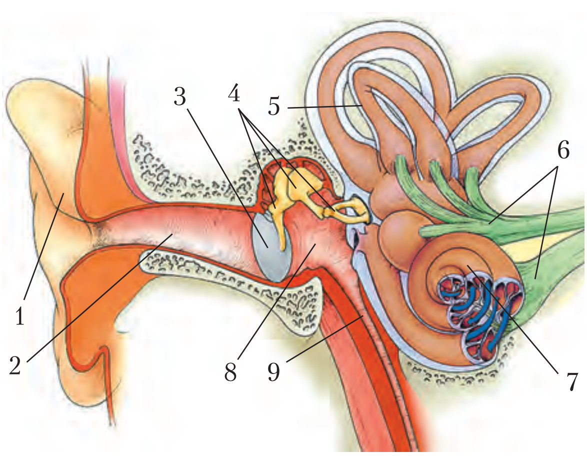


Рис. 131. Будова зовнішнього, середнього та внутрішнього вуха:

1 — вушна раковина;
2 — зовнішній слуховий прохід;
3 — барабанна перетинка;
4 — слухові кісточки;
5 — півколові канали;
6 — слуховий і вестибулярний нерви; 7 — завитка;
8 — барабанна порожнина;
9 — євстахієва труба

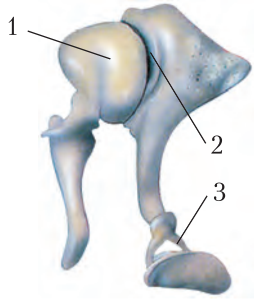


Рис. 132. Слухові кісточки:

1 — молоточок;
2 — коваделко;
3 — стременце

перетинка нагадує лійку, центр якої спрямований у порожнину середнього вуха. Звукові коливання, що доходять до барабанної перетинки, змушують її коливатися з тією самою частотою. З віком барабанна перетинка стає товщою та грубішою, що є однією з причин того, що старі люди погано чують.

Середнє вухо *(рис. 131)* складається з барабанної порожнини та слухових кісточок *(рис. 132)*.

Із внутрішнього боку барабанної перетинки є барабанна порожнина, а в ній — три мініатюрні слухові кісточки, послідовно й напіврухомо з’єднані між собою: *молоточок, коваделко* та *стременце*. Вони передають коливання барабанної перетинки до внутрішнього вуха. Молоточок одним кінцем уплетений у волокна барабанної перетинки, іншим — з’єднаний із коваделком, яке, у свою чергу, з’єднане зі стременцем. Останнє прикріплене до мембрани овального вікна внутрішнього вуха.

Звукові кісточки — не тільки передавачі звукових коливань, а і їхні перетворювачі та підсилювачі. Так, завдяки особливій будові з’єднань між цими кісточками, які утворюють систему важелів, звукові коливання, проходячи крізь них, зменшуються за амплітудою, але у 20–60 разів збільшуються за силою (тиском). Тому навіть слабкі звукові хвилі, що діють на барабанну перетинку, спричиняють коливання звукосприймальних структур внутрішнього вуха. З часом кісточки зростаються між собою, стають малорухливими, і це призводить до зниження слуху в людей старшого віку.

Барабанна порожнина не є замкненою: *євстахієва труба (рис. 131)* завдовжки 3,5–4,5 см з’єднує її через носоглотку з атмосферним повітрям. Завдяки цьому тиск повітря з обох боків барабанної перетинки — однаковий. Це створює умови для кращого її коливання.

Євстахієва труба також оберігає барабанну перетинку від руйнування на випадок різкого підвищення або зниження атмосферного тиску (у літаку, під час пірнання у воду). Однак, з іншого боку, існує велика небезпека занесення інфекції з носа та носоглотки до середнього вуха, що може спричинити його запалення. Тому необхідно вчасно лікувати хвороби носоглотки.

На межі середнього й внутрішнього вуха є два вікна, закриті мембранами: овальне та кругле. Стременце прилягає до мембрани овального вікна.

Внутрішнє вухо та сприйняття звуків. Внутрішнє вухо *(рис. 131)* розміщене в порожнинах піраміди скроневої кістки й складається із системи каналів, які утворюють завитку та півколові канали з двома мішечками (орган рівноваги).

Завитка — це кістковий спіралеподібний канал, який утворює 2,5 оберта й поступово розширюється від 0,04 до 0,5 мм *(рис. 131, 7; 133)*.

Усередині канал завитки розділений на три ходи (верхній, середній і нижній) двома мембранами: щільною й пружною — основною мембраною та тонкою — вестибулярною. Причому верхній і нижній ходи з’єднані між собою в кінці завитки.

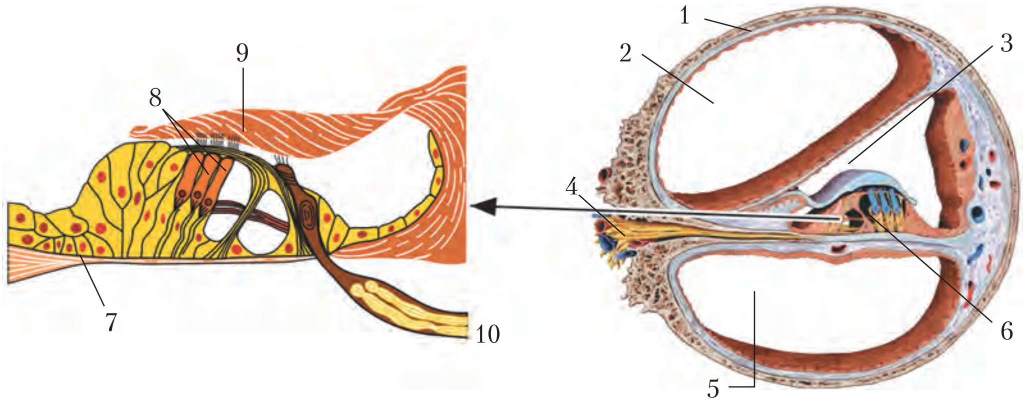


Рис. 133. Внутрішня будова завитки:

1 — кістка завитки; 2 — вестибулярний канал завитки; 3 — середній канал завитки, у якому знаходиться кортіїв орган; 4 — слуховий нерв; 5 — барабанний канал завитки; 6 — кортіїв орган; 7 — основна мембрана; 8 — волоскові чутливі клітини; 9 — покривна мембрана; 10 — нервові волокна, що йдуть до слухового нерва

Канали завитки не порожні, вони заповнені особливою рідиною, яка проводить звукові коливання.

У середньому ході завитки на основній мембрані розміщений рецепторний слуховий апарат — *кортіїв орган*, названий на честь італійського анатома ***А. Корті***, який описав його приблизно в середині XIX ст. Слухові рецептори кортієвого органа — це особливі волоскові клітини в кількості 24–30 тис. Зверху вони дотикаються до покривної мембрани.

Механізм сприйняття звукових коливань. Звукові хвилі, що надійшли до внутрішнього вуха з коливаннями стременця через мембрану овального вікна, спричиняють коливання рідини у верхньому й нижньому ходах завитки. Ці коливання передаються на основну мембрану. Волоскові рецепторні клітини, рухаючись разом з основною мембраною, доторкаються до покривної мембрани й деформуються. Це спричиняє утворення в них електричного імпульсу, що передається на волокна слухового нерва, який несе його до слухового центру *(рис. 133)*.

Сприйняття сили звуку пов'язане з кількістю збуджених рецепторів. Якщо на вухо тривалий час діє звук постійної висоти та сили, то чутливість до нього зменшується внаслідок адаптації рецепторних клітин.

Слух обома вухами дає можливість точно визначати місцерозташування джерела звуку. Зрозуміло, що звукова хвиля по-різному досягає кожного вуха: швидше й більшої сили сигнал потрапить у те вухо, що знаходиться ближче до джерела звуку. Нейронні структури слухового аналізатора «вимірюють» різницю в часі та в силі звуку й на основі цього визначають його напрямок.

«Кістковий» слух і його значення. Звукові коливання надходять до завитки також через кістки черепа. Цей шлях сприйняття звукових коливань набагато гірший, через це здоровій людині він не потрібний. Однак це має

важливе значення для глухих людей, оскільки на кістковій звукопровідності ґрунтується принцип деяких слухових апаратів.

Хвороби вух і гігієна слуху. ***Запалення вух*** — ***отит*** (з грецьк. *вухо*). Найчастіше трапляється отит середнього вуха — небезпечна хвороба, бо поряд з його порожниною міститься головний мозок і його оболонки.

Отит найчастіше виникає як ускладнення грипу, гострих респіраторних захворювань; інфекція з носоглотки може перейти по євстахієвій трубі до порожнини середнього вуха. Часто отит буває наслідком перебування на вулиці взимку без головного убору. Це тяжке захворювання проявляється сильним болем у вусі, високою температурою тіла, головним болем, значним зниженням слуху.

Це треба пам'ятати! За згаданих ознак негайно звертайтеся до лікаря! Самолікування неприпустиме!

Профілактика отиту: лікування гострих і хронічних хвороб носоглотки (аденоїдів, нежитю, гаймориту); якщо виник нежить, не можна сильно сякатися, бо інфекція через євстахієву трубу може потрапити до середнього вуха. Треба промити носову порожнину теплим фізіологічним розчином (0,9-процентний розчин кухонної солі).

Отити найчастіше виникають у малих дітей, оскільки євстахієва труба в них коротша та розташована майже горизонтально.

Глухота — повна втрата слуху на одне або обидва вуха. Вона може бути набутою чи вродженою.

Набута глухота найчастіше є наслідком двостороннього отиту середнього вуха, який супроводжувався розривом обох барабанних перетинок, або тяжкого запалення внутрішнього вуха.

Глухота може бути спричинена тяжкими дистрофічними ураженнями слухових нервів, які часто пов'язані з професійними чинниками (шумом, вібрацією, дією випарів хімічних речовин) або з травмами голови.

Це треба пам'ятати! Безконтрольне застосування антибіотиків, які негативно діють на слуховий нерв, може призвести до стійкої, постійної глухоти.

Уроджена глухота (глухонімота) — пов'язана з уродженим порушенням слуху. Ми вже знаємо, що в людини слух тісно пов'язаний із мовою. Новонароджена дитина тільки чує слова, потім починає їх розуміти, а згодом учиться розмовляти. Однак трапляється, що через вади внутрішньоутробного розвитку різних ділянок вух дитина народжується зовсім глухою. Ніколи не чуючи мови, вона залишається глухонімою.

Причиною глухонімоти можуть бути вірусні хвороби матері під час вагітності (краснуха, кір, грип), безконтрольне вживання деяких ліків, особливо антибіотиків, уживання алкоголю, наркотиків, куріння.

Аби глухонімі відчували себе повноцінними членами суспільства, винайдена спеціальна ручна абетка, де кожній літері відповідає певне положення або рух пальців рук *(рис. 134)*.

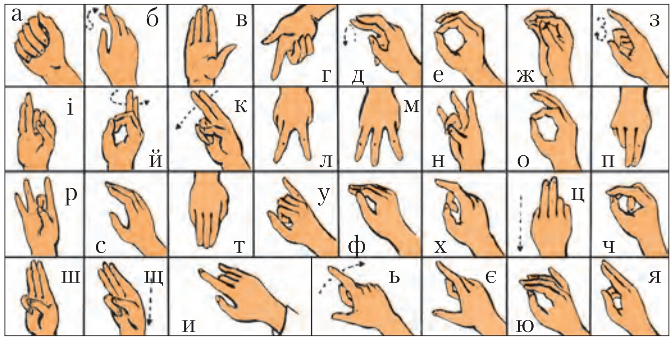


Рис. 134. Ручна абетка глухонімих

Шум і зниження слуху. Як ми вже знаємо, людське вухо сприймає звукові коливання (хвилі) в межах 16–20 000 Гц, сила яких виражається в децибелах (дБ). Шум інтенсивністю понад 80 дБ уже небезпечний для організму людини. Потерпають ендокринна, серцево-судинна й нервова системи. При 120–130 дБ з'являється біль у вухах, а звук понад 150 дБ руйнує барабанні перетинки.

Шум поступово розтягує та руйнує барабанну перетинку, робить її нееластичною, нездатною сприймати неголосні звуки, руйнує слухові кісточки, рецептори й слуховий нерв. Тому в людини, яка перебуває під впливом постійного шуму на виробництві чи слухає голосну музику, особливо в навушниках більше 1–2 год щоденно, знижується слух або виникає глухота.

Сірчана пробка — накопичення вушної сірки в зовнішньому слуховому проході. Спочатку вона м'яка й не заважає слухові, але потім збільшується, щільнішає та закриває слуховий прохід: людина майже раптово починає погано чути на одне вухо.

Це треба пам'ятати! У всіх випадках раптового погіршення слуху негайно звертайтеся до лікаря! Не робіть спроби самостійно витягнути сірчану пробку з вуха, аби не пошкодити барабанну перетинку.

Основні правила гігієни:

• Мийте вуха щодня.

• Проколюйте мочки вух для носіння сережок тільки в косметичних кабінетах, аби не занести інфекцію.

• Бережіть вушну раковину від обмороження: носіть узимку головний убір.

• За будь-яких неприємних відчуттів у ділянці вуха (біль, шум, «закладання» вух) негайно звертайтеся до лікаря.

Думаємо, розуміємо, відповідаємо. **1.** Дайте визначення поняття «слух». **2.** Обґрунтуйте його біологічне значення для організму людини. **3.** Поясніть, що саме для вас означають поняття «слух» і «звук», як вони впливають на ваш настрій, сприйняття довкілля. **4.** Визначте фізичні та фізіологічні особливості звуків, які сприймає слуховий аналізатор. **5.** Поясніть взаємозв'язок будови та функцій барабанної перетинки. **6.** Визначте біологічну функцію слухових кісточок. **7.** Яке біологічне значення євстахієвої труби? **8.** Визначте взаємозв'язок будови

та функцій внутрішнього вуха, зокрема завитки. **9.** Обґрунтуйте взаємозв'язок будови та функцій кортієвого органа. **10.** Поясніть механізм сприйняття звукових коливань. **11.** Як відбувається розрізнення сили звуку? **12.** Визначте причини й прояви отиту. **13.** Обґрунтуйте причини глухоти. **14.** Визначте взаємозв'язок між уродженою глухотою та німотою (глухонімотою). **15.** Обґрунтуйте, чому шум негативно впливає на слух.

Самостійна робота з підручником. **1.** Визначте відділи зовнішнього, середнього та внутрішнього вуха. **2.** Намалюйте в зошиті схему будови кортієвого органа й поширення звуку в середньому та внутрішньому вусі.

Домашнє завдання. **1.** Складіть схему біологічних механізмів розрізнення частоти й сили звуку слуховим аналізатором. **2.** Поясніть членам своєї родини, чому нежить та інші хвороби носоглотки можуть призводити до запалення середнього вуха. **3.** Складіть пам'ятку, як запобігти хворобам вух. **4.** З'ясуйте, які джерела шуму діють у вашій оселі або на місці роботи батьків і як можна послабити їх негативний вплив.

Лабораторне дослідження

ТЕМА. Визначення порога слухової чутливості

МЕТА: навчитися визначати поріг слухової чутливості в правому та лівому вухах.

ОБЛАДНАННЯ ТА МАТЕРІАЛИ: механічний годинник, сантиметрова лінійка.

ХІД РОБОТИ *(роботу виконують групами по три учні)*

1. Один із них сидить на стільці із заплющеними очима. У класі має бути повна тиша.

2. Перший експериментатор повільно наближає годинник до правого вуха досліджуваного, доки той не почує звук.

3. Другий експериментатор лінійкою заміряє відстань від годинника до зовнішнього слухового проходу досліджуваного.

4. Потім таке саме дослідження проведіть із лівим вухом.

5. Запишіть дані й порівняйте поріг слухової чутливості обох вух.

6. Перевірте поріг слухової чутливості (обов'язково одним і тим самим годинником!) у кожного учня. Запишіть дані й порівняйте.

ВИСНОВОК

Про що свідчить поріг чутливості вуха?

§ 46 ХЕМОРЕЦЕПТОРНІ СЕНСОРНІ СИСТЕМИ. ОРГАНИ НЮХУ ТА СМАКУ

ОСНОВНІ ПОНЯТТЯ І ТЕРМІНИ: хеморецептори, сенсорні системи, запах, нюхові рецептори, смаковий аналізатор, смакові бруньки (цибулини), смакові пори.

Хеморецепторні сенсорні системи (з грецьк. *мистецтво сплавляти метали* — звідси походить сучасне слово *хімія*) забезпечують відчуття запаху та смаку. Формування цих відчуттів пов'язане з дією певних хімічних речовин на специфічні хімічні рецептори — хеморецептори, які містяться в органах нюху та смаку. Так само, як інші сенсорні системи, хеморецепторні мають провідні шляхи й центри в різних відділах головного мозку.

Біологічне значення запаху та нюхової чутливості. ***Запах*** — властивість певних речовин діяти на рецептори нюхового аналізатора й спричиняти при цьому специфічні відчуття.

Людина сприймає запах тільки запашних (ароматичних) речовин, які мають певні властивості. По-перше, молекули запашних речовин легко випаровуються, унаслідок чого з повітрям вони можуть потрапити в носову порожнину. По-друге, запашні речовини мають розчинятися у воді, оскільки поверхня слизової оболонки носа волога й молекули ароматичної сполуки, перш ніж подіяти на нюхові рецептори, розчиняються в слизі.

За допомогою нюху тварини шукають їжу, дізнаються про наближення хижаків, знаходять особин протилежної статі. Для людини запах є сильним збудником виділення травних соків. Він підвищує або знижує апетит, може рефлекторно звузити кровоносні судини й спричинити підвищення артеріального тиску, посилити серцеву діяльність. Неприємний запах попереджає людину про зіпсованість і неякісність їжі або про несправність газової плити тощо.

Запахи впливають також на емоційний стан людини: аромат квітів, бузку чи троянд, може створити піднесений настрій, а запах, наприклад, алкоголю — зіпсувати його.

Цікаво, що тварини й людина мають добру пам'ять на запахи. Часто буває так, що запах, який раптово виник, відтворює в пам'яті події минулих років і навіть створює відповідний настрій.

Рецептори нюху містяться в ділянці верхніх носових ходів. У кожній частині носової порожнини є нюхова ділянка площею 2–5 см^2 *(рис. 135)*. На ній є понад 10 млн нюхових рецепторних клітин (у собак — понад 200 млн), які знаходяться між опорними клітинами *(рис. 136)*. Нюхові рецепторні клітини за формою нагадують глечик із довгим горлом. На одному кінці цих клітин є по 6–12 надзвичайно тоненьких волосків, які в десятки разів збільшують поверхню контакту рецепторів із молекулами запашних речовин. До того ж вони рухаються й активно «виловлюють» запашні молекули. Волоски занурені в слиз, який виробляють залози слизової оболонки носа. Слиз діє ніби

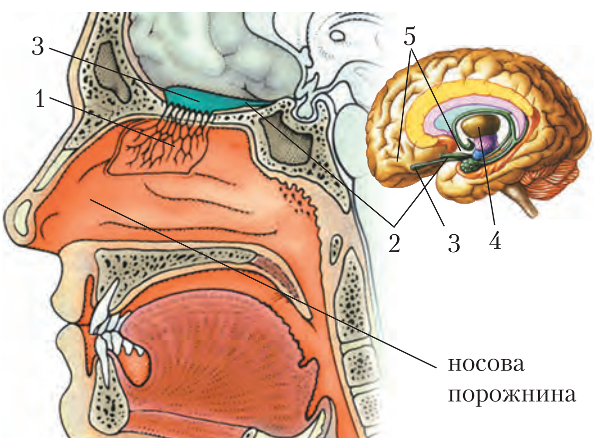


Рис. 135. Будова нюхового аналізатора:

Сигнали про кожну молекулу від рецептора нюхової ділянки (1) надходять нюховим нервом (2) у нюхову цибулину (3), де попередньо аналізуються. Потім ця інформація надходить у підкіркові ділянки (4) головного мозку й потрапляє у вищий відділ нюхового аналізатора (5), де формується остаточний нюховий образ.

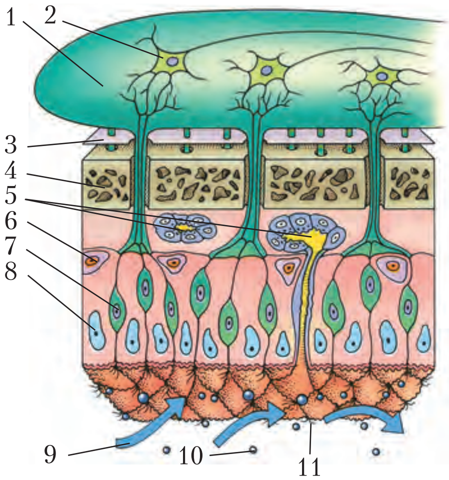


Рис. 136. Будова слизової оболонки носа в місці розміщення нюхових рецепторів *(у нюховій ділянці)*:

1 — нюхова цибулина; 2 — нюховий нейрон; 3 — тверда мозкова оболонка; 4 — решітчаста кістка; 5 — залози, які продукують слиз; 6 — базальна клітина; 7 — рецепторна клітина; 8 — підтримуюча клітина; 9 — потік повітря; 10 — пахучі молекули; 11 — війки

фільтр: одні запашні молекули пропускає швидко, інші — повільніше, деякі тримає довше. На другому кінці «глечика» знаходяться аксони, які формують волокна нюхового нерва.

Як відбувається подразнення рецепторів нюху. Зі струменем повітря з носа (частково й з рота) до рецепторної ділянки потрапляють запашні молекули. Чутливість нюхових рецепторів дуже велика: вони відчувають одну запашну молекулу на 30 млрд незапашних. Усього нюхові рецептори людини можуть розрізняти 10 тис. запахів (тварини — значно більше).

Є багато гіпотез нюхового відчуття, але немає жодної, установленої точно. Так, уважають, що існують різні рецепторні клітини, які реагують тільки на молекули (чи групи молекул) певної, відповідної їм, будови; вони підходять один до одного, як ключ до замка. Унаслідок контакту запашної молекули з рецептором останній збуджується й генерує нервовий імпульс, який передається волокнами нюхового нерва до нюхових центрів *(рис. 135)*.

Це треба пам'ятати! Тютюн, алкоголь і наркотики спричиняють загибель нюхових рецепторних клітин, знижують чутливість нюхового нерва та нюхових центрів.

Смаковий аналізатор — сенсорна система, що забезпечує сприйняття та аналіз хімічних речовин, які подразнюють хеморецептори ротової порожнини, тобто формує відчуття смаку. Він складається з периферичного (смакові рецептори), провідникового (язиково-глотковий нерв) і центрального (довгастий мозок, гіпоталамус, таламус, скронева частина кори головного мозку) відділів *(рис. 137)*.

Смакові рецептори, як і нюхові, є хеморецепторами. Рецептори смаку входять до складу смакової бруньки, або цибулини *(рис. 138)*, розміщеної в ротовій порожнині, найбільше — на язиці. Смакові бруньки розташовані на ньому нерівномірно, групами від 10 до 300 клітин: чутливіші до солодких речовин — на кінчику, до кислих — по краях, до гірких — на корені, а до солоних — на кінчику й по краях.

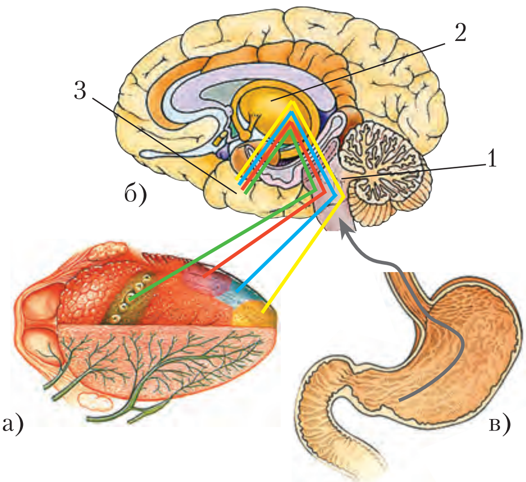


Рис. 137. Схема роботи смакового аналізатора:

а) з різних ділянок язика надходить інформація про характер смаку (синій колір — солоний, зелений — гіркий, жовтий — солодкий, червоний — кислий); б) інформація, сприйнята смаковими рецепторами, по нервових шляхах передається довгастому мозку (1), гіпоталамусу (2) і надходить у скроневу частку кори великих півкуль головного мозку (3); в) чутливість смакових рецепторів багато в чому залежить від органів травлення, зокрема шлунка. За сигналами, що поступають від «ситого» шлунка, смакові рецептори знижують свою активність, а за сигналами «голодного» — підвищують її.

Кожна з 10 тис. смакових бруньок, у свою чергу, складається з 2—6 рецепторних клітин, між якими розташовані опорні клітини. Смакова брунька безпосередньо не досягає поверхні слизової оболонки язика й з'єднується з порожниною рота через смакову пору.

Смакові бруньки мають найкоротший час існування, порівняно з іншими рецепторами (240 год), після чого вони гинуть і замінюються новими.

Зовнішній бік смакового рецептора контактує з їжею, а інший його кінець захований у товщі язика та зв'язаний із чутливими нервовими волокнами.

Як виникає й від чого залежить смакове відчуття. Молекули харчових речовин приєднуються до смакового рецептора та спричиняють його збудження. Імпульси від смакових бруньок чутливими шляхами потрапляють до підкіркових центрів смаку, які містяться в гіпоталамусі, таламусі, і до центру в скроневій частці кори головного мозку *(рис. 137)*. Там відбувається остаточний аналіз смакових відчуттів і формується смаковий образ. Для людини він має певне емоційне забарвлення: смачно — приємно, несмачно — неприємно.

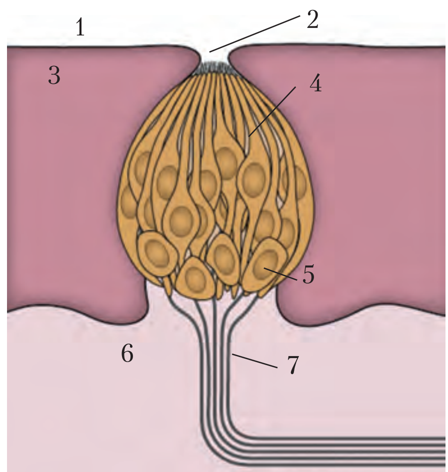


Рис. 138. Будова смакової цибулини:

1 — ротова порожнина; 2 — смакова пора; 3 — епітелій; 4 — смакові рецептори; 5 — базальна клітина; 6 — сполучна тканина; 7 — аферентні нервові волокна

Коли людина голодна, їй майже все здається смачним. І навпаки, якщо вона добре наїлася, то навіть найкращі страви мало її зацікавлять. Це відбувається тому, що діяльність смакових рецепторів залежить від стану органів травлення. У голодної людини смакові рецептори під

час уживання їжі збуджуються, бо до них через центр голоду, який розміщений у гіпоталамусі, зі шлунка надходять збуджувальні імпульси. Однак варто людині вгамувати голод, як одразу після сигналів, які надходять від «ситого» шлунка через центр насичення гіпоталамуса, смакові рецептори різко знижують свою активність.

Думаємо, розуміємо, відповідаємо. **1.** Поясніть походження терміна «хеморецептори». **2.** Визначте біологічне значення запаху та нюхової чутливості в житті людини. **3.** Від яких чинників залежить сприйняття запаху? **4.** Які властивості повинні мати запашні речовини? **5.** Доведіть значення запаху для емоційного життя людини. Наведіть приклади. **6.** Проаналізуйте *рис. 136* і визначте будову слизової оболонки носа в нюховій ділянці. **7.** Визначте взаємозв'язок будови та функцій смакового аналізатора. **8.** Чим смакові рецептори відрізняються від рецепторів, які є в інших сенсорних системах? **9.** Обґрунтуйте механізм формування смакового відчуття. **10.** Визначте, чому діяльність смакових рецепторів залежить від органів травлення й чому та як впливають зір і нюх на формування смакових відчуттів.

Самостійна робота з підручником. **1.** Розгляньте *рис. 135* і поясніть складність будови нюхового аналізатора. **2.** Полічіть, скільки разів у тексті й у зв'язку з чим з'являється слово *гіпоталамус*. Зробіть висновки.

Домашнє завдання. **1.** Простежте й запишіть у зошиті, як змінюється ваша смакова чутливість до однієї і тієї самої їжі залежно від того, голодні ви чи щойно смачно пообідали. **2.** Порівняйте, чи змінюється ваш апетит і задоволення від їжі, залежно від того, як сервіровано стіл.

Це треба знати. Не нюхайте невідомі речовини, бо різкий міцний запах може ушкодити слизову оболонку носа та спричинити загибель нюхових рецепторів. Дбайте про смакові відчуття, які поліпшують апетит і перетравлення їжі. Завжди гарно сервіруйте стіл.

§ 47 ОРГАНИ РІВНОВАГИ ТА М'ЯЗОВЕ ВІДЧУТТЯ. ЧУТЛИВІСТЬ ШКІРИ

ОСНОВНІ ПОНЯТТЯ І ТЕРМІНИ: відчуття рівноваги, вестибулярний апарат, отолітовий апарат, отоліти, м'язова чутливість, чутливість шкіри.

Механізм відчуття рівноваги. Майже всі рухи людини, хода, їзда на велосипеді, катання на ковзанах, акробатичні вправи можливі за умов збереження рівноваги тіла. За це відповідають рецептори рівноваги, які безперервно (навіть у стані фізичного спокою) подають головному мозку інформацію про місце й положення тіла та його частин у просторі. Вони містяться в суглобах, скелетних м'язах і вестибулярному апараті внутрішнього вуха.

Вищі рухові центри кори головного мозку подають команди до мозочка, а від нього — до м'язів і суглобів. Це відбувається автоматично, поза свідомістю людини, але за потреби в процес вступають вищі (кіркові) центри регулювання довільними рухами.

Вестибулярний апарат (з латин. *передпокій, присінок*) — основний орган рівноваги *(рис. 139, 140)*. Він розміщений у внутрішньому вусі й складається

з двох функціональних частин — присінка та трьох напівколових каналів, заповнених рідиною.

Присінок складається з овального й круглого мішечків, де розміщуються органи рівноваги, або *отолітовий апарат* (з латин. *вухо* та *камінь*).

В отолітовому апараті є чутливі рецепторні волоскові клітини — механорецептори. Їхні волоски занурені в драглисту рідину з вапняними кристалами — отолітами, які утворюють отолітову мембрану, щільність якої вища за щільність середовища, що її оточує. Тому під дією сили ваги чи прискорення мембрана зміщується (ковзає) щодо рецепторних клітин, волоски яких згинаються за нею. Виникає збудження клітин. Отолітовий апарат розміщений вертикально в овальному мішечку й горизонтально — у круглому. Отже, він контролює положення тіла в просторі щодо сили тяжіння; реагує на прямолінійні прискорення при вертикальних і горизонтальних рухах тіла.

Друга частина вестибулярного апарату — *три напівколові канали* діаметром приблизно 2 мм *(рис. 139, 141)*. Кожен із них сполучається з овальним мішечком і на одному кінці має розширення — ампулу, у середину якої висунутий гребінь *(рис. 140)*. Він є скупченням рецепторних клітин, волоски яких занурені в драглисту масу, що утворює купол. Прискорення, яке виникає при рухах голови по колу, спричиняє зміщення рідини всередині напівколових каналів. Купол гребеня, а з ним і волоски прогинаються. Виникає збудження рецепторних клітин. Напівколові канали розміщені в трьох взаємно перпендикулярних площинах, і тому їхні рецепторні клітини реагують на колові й обертальні рухи голови та тулуба *(рис. 141)*.

З рецепторів вестибулярного апарату відходять тоненькі чутливі нервові волоконця, які, сплітаючись, утворюють вестибулярний нерв *(рис. 139)*. Від нього надходять імпульси про положення тіла в просторі до довгастого мозку, зокрема у вестибулярний центр, який з’єднаний нервовими шляхами з мозочком, підкірковими утвореннями та корою головного мозку й зоровими центрами. Відомо, що, утрачаючи зір, людина на деякий час утрачає відчуття рівноваги й орієнтації в просторі. А коли функція вестибулярного апарату порушена, зір допомагає орієнтуватися в просторі.

Є люди, у яких вестибулярний апарат має підвищену збудливість. Вони бояться висоти, погано почувають себе в літаку, під час морської подорожі, закачуються в транспорті. Закачування супроводжується неприємними відчуттями: кволістю, млістю, запамороченням, нудотою чи блюванням, оскільки вестибулярний центр довгастого мозку розміщений недалеко від центрів дихання, кровообігу, травлення, через збудження яких і виникають такі нездужання.

Водночас вестибулярний апарат людини має великі резервні можливості, які можна розвинути тренуванням. Про це

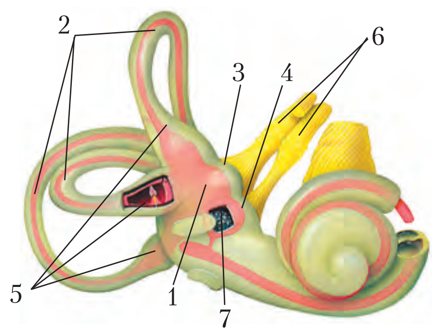


Рис. 139. Розміщення вестибулярного апарату у внутрішньому вусі:

1 — присінок; 2 — напівколові канали; 3 — овальний мішечок; 4 — круглий мішечок; 5 — ампули; 6 — вестибулярний нерв; 7 — отолітовий апарат

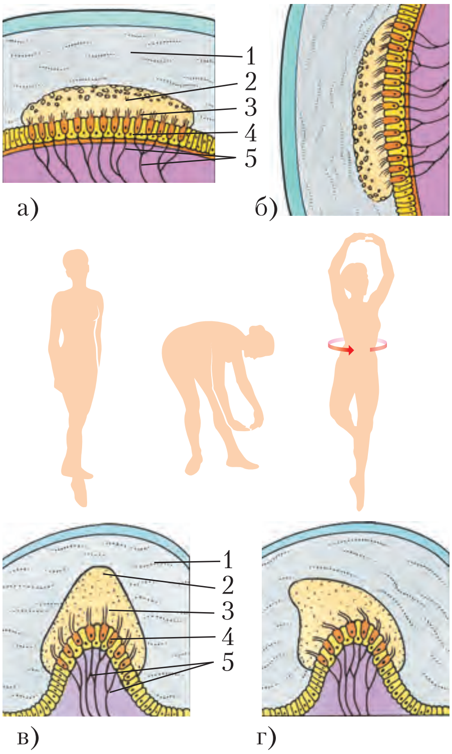


Рис. 140. Рецептори рівноваги та їх розміщення у вестибулярному апараті:

а) чутлива ділянка внутрішнього вуха в спокійному стані; б) зміщення драглистої маси під час нахилення голови; в) ампульний гребінець у спокійному стані; г) ампульний гребінець під час обертання: 1 — ендолімфа; 2 — драглиста маса з отолітами; 3 — волоскові чутливі клітини; 4 — опорні клітини; 5 — волокна вестибулярного нерва

свідчить досвід космонавтів і пілотів реактивних літаків.

Чутливість м'язів. Здорова людина, навіть із заплющеними очима, знає, у якому положенні перебуває її тіло. Це відбувається завдяки тому, що скелетні м'язи постійно надсилають до центральної нервової системи інформацію про свій стан за допомогою спеціальних рецепторів, які ще називають *м'язовими веретенами.* Вони розміщені в сполучнотканинних оболонках м'язів і мають по два полюси. Від одного полюса відходять тоненькі нервові волоконця, які, з'єднуючись у чутливі нерви, ідуть до спинного мозку, а звідти — до мозочка й вищих центрів кори головного мозку. До м'язів підходять рухові волокна, по яких збудження передається у зворотному напрямку — від вищих центрів руху кори головного мозку, мозочка та спинного мозку, несучи до них відповідні команди про скорочення або розслаблення м'яза чи групи м'язів для руху або збереження рівноваги. Відчуття рівноваги й чутливість м'язів пов'язані між собою.

Чутливість шкіри. Це загальне поняття, що об'єднує больову, дотикову й температурну чутливість шкіри *(рис. 142),* у якій містяться мільйони чутливих нервових рецепторів. У середньому на кожний квадратний сантиметр шкіри (її загальна площа становить 1,5–2 м^2) припадає 100–200 больових, 12–15 холодових, 1–2 теплових і 25–30 дотикових рецепторів. Рецептори шкіри, ніби чутливі локатори, сприймають інформацію з довкілля й передають її до головного мозку.

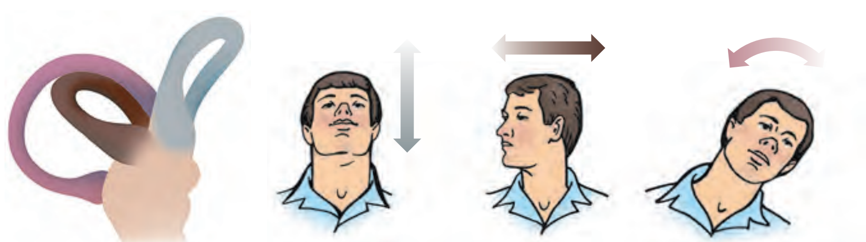


Рис. 141. Рецептори напівколових каналів реагують на колові й обертальні рухи голови

Відчуття болю. Біль сигналізує організмові про небезпеку й мобілізує його на різні захисні реакції, що відбуваються за участю симпатичної нервової системи. Больові рецептори — основний тип рецепторів шкіри, їх ще називають *вільними нервовими закінченнями*. На шкірі майже немає ділянок, де б їх не було. Вони розміщені нерівномірно: більше — під пахвою і в паху, а найменше — на підошвах, долонях, вушних раковинах. Подразнення цих рецепторів викликає їхнє збудження; імпульси передаються чутливими доцентровими шляхами до вищих кіркових і підкіркових центрів болю.

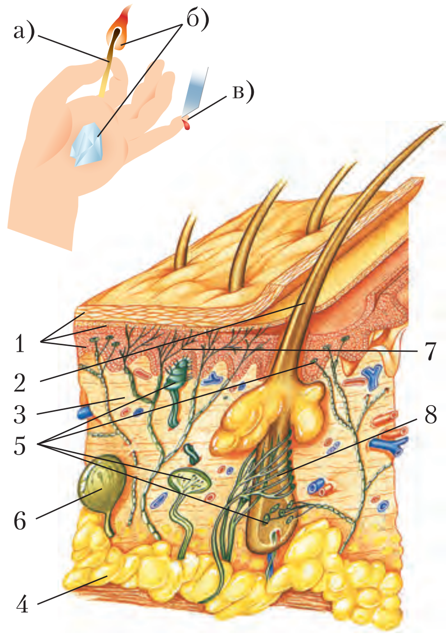


Рис. 142. Чутливість шкіри:

а) дотикова; б) температурна; в) больова: 1 — епідерміс; 2 — волосина; 3 — дерма; 4 — жирова клітковина; 5 — рецептори тактильної чутливості; 6 — рецептори, що реагують на вібрацію та зміни тиску; 7 — вільні нервові закінчення, які сприймають дотик, тиск, біль, зміни температури; 8 — рецептори стрижня волосини, що реагують на дотик і легкі зміщення її кореня

Механізм відчуття дотику й тиску. Різниця між цими відчуттями визначається силою подразнення. Рецептори відчуття дотику чутливіші до слабкого тиску. Це численні тоненькі нервові закінчення, розміщені близько до поверхні шкіри або прикріплені до волосяних мішечків. Вони реагують на розтягнення шкіри чи рух волосся на ній. Так ми відчуваємо дотик найлегшого павутиння, що потрапило на руки чи обличчя.

На дотик реагують також особливі рецептори шкіри, що мають вигляд одного звивистого нервового закінчення, одягненого в капсулу.

Відчуття тиску сприймають менш чутливі рецептори, що складаються з нервового закінчення, оточеного сполучнотканинними пластинками.

Навіть із заплющеними очима людина точно визначає місце дотику або тиску завдяки контролю з боку центральної нервової системи, а також взаємозв’язку інших органів чуттів. У новонародженої дитини відчуття дотику найбільше біля слизової оболонки губ. З віком воно локалізується переважно на шкірі кінчиків пальців рук.

Незрячі люди можуть навіть читати спеціальні книжки (літери в них вибито на картоні) за допомогою пальців *(рис. 143)*. Завдяки високій чутливості дотикових рецепторів вони можуть читати за точковою абеткою ***Л. Брайля*** (1809–1852), сліпого з дитинства. У 1826 р. (у 17 років) він запропонував цю абетку, якою дотепер користуються всі незрячі люди світу.

Надзвичайного розвитку набуває відчуття дотику в людей сліпоглухонімих від народження, які можуть спілкуватися з навколишнім світом тільки завдяки рукам. Їх змалку навчають користуватися спеціальною ручною абеткою *(рис. 144)*.

Температурна чутливість. У шкірі є два види рецепторів, одні з них реагують на холод, інші — на тепло. Перші розміщені ближче до поверхні шкіри. Їх

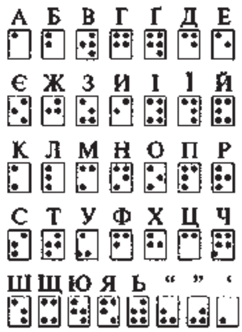


Рис. 143. Шрифт Брайля *(українська азбука для читання)*

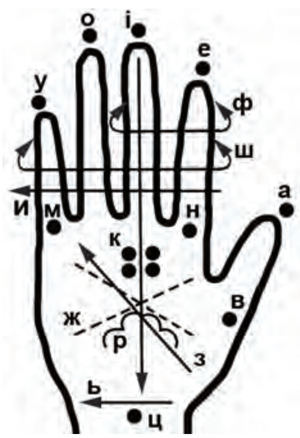


Рис 144. Абетка сліпоглухонімих

приблизно 250 тис., і вони дуже швидко реагують на подразнення. Глибше розміщені теплові рецептори, їх значно менше — майже 30 тис. Вони повільніше реагують на теплове подразнення.

Такі рецептори є і на слизових оболонках, наприклад травних шляхів. Однак їхня чутливість значно слабша. Тому ми можемо пити гарячий чай, хоча склянку з ним тримати в руці майже неможливо. Надто сильне теплове подразнення шкіри (наприклад, вогнем) спричиняє відчуття болю через подразнення больових рецепторів надзвичайним подразником.

Думаємо, розуміємо, відповідаємо. **1.** Визначте біологічне значення відчуття рівноваги. **2.** Поясніть взаємозв’язок будови та функцій вестибулярного апарату. **3.** Визначте взаємозв’язок будови та функцій отолітового апарату. **4.** Назвіть провідні шляхи відчуття рівноваги, його центри та зв’язок центрів рівноваги з іншими утвореннями головного мозку. **5.** Визначте взаємозв’язок будови та функцій аналізатора м’язової чутливості. **6.** Обґрунтуйте, чому сенсорні системи рівноваги та м’язової чутливості анатомічно й функціонально пов’язані між собою.

Самостійна робота з підручником. Поясніть походження терміна «вестибулярний».

Домашнє завдання. **1.** Запропонуйте декілька вправ для тренування вестибулярного апарату. **2.** Подумайте й обґрунтуйте, чому серед сліпоглухонімих людей трапляються поети, які оспівують красу світу, його барви, звуки, почуття.

Дослідницький практикум № 4

ТЕМА. Дослідження температурної адаптації рецепторів шкіри

МЕТА: з’ясувати механізм адаптації терморецепторів шкіри, явище контрасту.

ОБЛАДНАННЯ ТА МАТЕРІАЛИ: ванночки для рук із холодною, гарячою та помірною температурою води, термометр для води, секундомір або годинник із секундною стрілкою, рушник.

ХІД РОБОТИ

1. Опустіть праву руку в посудину № 1 (температура води — 10–15 °С), а ліву — у посудину № 3 (температура води — 40–45 °С).

2. Через 1–2 хв перенесіть обидві руки в посудину № 2 (температура води — 25–30 °С).

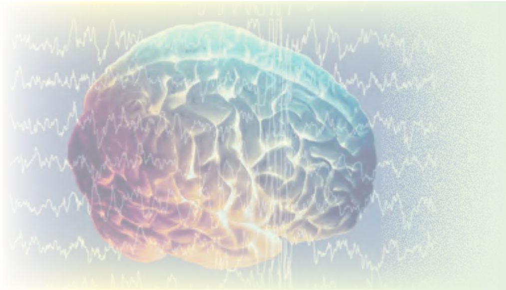
3. Визначте різницю в сприйнятті цієї температури правою й лівою руками. Поясніть отримані результати.

ВИСНОВОК

1. Перерахуйте структури, які входять до складу шкіряного аналізатора.

2. Яка кількість теплових і холодових рецепторів розміщується на 1см^2 шкіри в різних ділянках тіла? Поясніть різницю в їх кількості.

3. Назвіть особливості холодових і теплових рецепторів і поясніть механізм адаптації терморецепторів, явище контрасту.



ТЕМА 9
ВИЩА НЕРВОВА ДІЯЛЬНІСТЬ

§ 48 ПОВЕДІНКА ЛЮДИНИ. ВИЩА НЕРВОВА ДІЯЛЬНІСТЬ. СИГНАЛЬНІ СИСТЕМИ. ВІДЧУТТЯ ТА СПРИЙНЯТТЯ

ОСНОВНІ ПОНЯТТЯ І ТЕРМІНИ: поведінка, нижча та вища нервова діяльність, індивідуальна поведінка, розсудлива діяльність, свідомість, пізнавальна діяльність, перша та друга сигнальні системи, відчуття, сприйняття, ілюзії, галюцинації.

Поведінка людини. Під час вивчення цієї теми ви ознайомитеся з біологічними засадами поведінки людини, на основі яких вона формується як свідома особистість і соціальна істота. Поведінку людини й тварин вивчають такі науки, як *фізіологія вищої нервової діяльності* (наука про фізіологічні основи поведінки), *психологія* (наука про психіку), *етологія,* або *зоопсихологія* (наука про поведінку тварин).

Поведінка — форма адаптації, притаманна живим організмам, здатним рухатися, яка здійснюється за рахунок спрямованої зміни взаємодії організму з факторами довкілля.

Наведемо приклад, що дасть змогу зрозуміти це визначення поведінки. Уявіть дуже спекотний день. Ви на пляжі, засмагаєте. Температура значно вища 30 °C. Тепловипромінювання, конвенція й кондукція не ефективні. Підтримання сталої температури тіла можливе лише за рахунок випаровування води з поверхні тіла й легень. Та через деякий час випаровування зменшується, бо має місце велика втрата води, кров згущується, онкотичний і осмотичний тиск утримують воду в крові, продукція поту майже припиняється. Починається поступове підвищення температури тіла (наслідком може стати *тепловий* або *сонячний удар*). Тобто фізіологічні механізми підтримання гомеостазу себе вичерпали. Але саме тут можуть включитися ***поведінкові механізми адаптації*** до високої температури довкілля — ви можете: напитися води, збільшивши потовиділення; піти купатися й знизити температуру тіла за рахунок віддачі тепла більш холодній воді у водоймі; перейти в тінь, де температура повітря нижча, ніж на відкритому сонці, і ще знайти місце, де дме вітерець, або включити вентилятор, збільшивши при цьому тепловипромінювання й конвекцію. І нарешті, можна піти додому й насолоджуватися домашнім комфортом, уключивши кондиціонер.

Наведемо ще декілька прикладів для розуміння того, що поведінка, як процес адаптації до змінних умов середовища, виникла вже в рухливих одноклітинних організмів. Вона поступово ускладнювалася паралельно з ускладненням нервової системи, рецепторних та опорно-рухового апаратів:

• у краплині води під мікроскопом *Евглена зелена* рухається до світла, бо вона живиться в процесі фотосинтезу;

• *планарія біла* закопується в пісок, щоб сховатися від хижаків;

• *богомол* завмирає, імітуючи гілочку, щоб бути непоміченим жертвою;

• ведмеді будують барлогу й упадають в зимову сплячку, щоб пережити зиму;

• домашнє цуценя тягає миску, демонструючи, що воно зголодніло.

Поведінка пов'язана з різними фізіологічними процесами, які в багатоклітинних тварин і людини тісно пов'язані з діяльністю нервової системи. Це ***емоції, безумовні рефлекси*** та ***інстинкти, умовні рефлекси, розсудлива,*** або ***інтелектуальна діяльність***.

Про роль рефлекторних механізмів у забезпеченні поведінкових реакцій першим указав у 1863 р. І. Сєченов у книжці «Рефлекси головного мозку». Іван Павлов, вивчаючи рефлекси, запропонував поділити їх на дві групи.

1. Рефлекси, що забезпечують координацію діяльності різних органів і систем органів, спрямовані на підтримання сталості внутрішнього середовища — гомеостазу, він відніс до *нижчої нервової діяльності*. Нервові структури, що їх забезпечують, містяться переважно в спинному мозку, мозковому стовбурі та мозочку.

2. Нервові процеси, що зумовлюють регуляцію взаємин організму з навколишнім середовищем, він назвав *вищою нервовою діяльністю*. Вони пов'язані з роботою вищих відділів нервової системи — кори головного мозку та підкіркових мозкових структур.

Іван Павлов ототожнював поняття «вища нервова діяльність» із поняттям «психічна діяльність».

Відповідність поведінки потребам організму (біологічним і соціальним) і умовам середовища — найважливіший чинник гармонійного розвитку та повноцінного існування людини. І навпаки — невідповідність поведінки умовам середовища (біологічного чи соціального) — шлях до хвороб, конфліктних ситуацій у сім'ї, школі та на роботі, а іноді — і до передчасної смерті.

Уроджена поведінка. Для того щоб вижити й мати нащадків, кожний вид тварин упродовж еволюції виробив певну видоспецифічну поведінку, притаманну всім представникам цього виду (*рис. 145*). Така поведінка ***вроджена*** й порівняно стала. Вона закладена в генетичній програмі й проявляється у формі безумовних рефлексів. Така поведінка притаманна всім тваринам і людині.



Рис. 145. Уроджений смоктальний рефлекс

Складні вроджені форми поведінки, що становлять комплекси безумовних рефлексів, які здійснюються в певній послідовності, називають *інстинктами*, а поведінку — *інстинктивною*.

Набута поведінка — це насамперед умовні рефлекси, які формуються внаслідок научування (научіння), тобто процесу набуття людиною або твариною індивідуального досвіду, що взято за основу набутих форм поведінки *(рис. 146)*. Умовні рефлекси забезпечують пристосування організму

а)  б) 

Рис. 146. Процес навчання в людини (а) і научування у тварини (б)

до змінних умов існування. Вони можуть об'єднуватися в складні комплекси, що приводить до формування динамічних стереотипів (звичок, навичок).

Індивідуальна поведінка людини є основною характеристикою особистості. Вона відрізняє кожного й ґрунтується на особистому досвіді та вроджених особливостях нервово-психічної діяльності.

У людини всі форми поведінки мають бути гармонійно взаємопов'язаними. Це, урешті-решт, визначає її спосіб життя та долю. Значне переважання однієї з них робить поведінку не відповідною (неадекватною) умовам існування людини та призводить до виникнення нервових і психічних хвороб *(рис. 147)*.

Якщо в людини переважає ***інстинктивна поведінка***, то її діяльність насамперед спрямована на задоволення власних біологічних потреб. Такій людині властиві негативні риси: егоїзм, агресивність, жорстокість тощо. Її поведінка може бути неприємною для оточення, а інколи вона набуває асоціального характеру й призводить до скоєння злочинів.

Якщо в людини переважає ***усвідомлена поведінка***, урівноважені й узгоджені між собою біологічні та соціальні потреби, вона ніколи не робитиме того, що зашкодить її здоров'ю й здоров'ю інших людей.

Людина зі свідомою поведінкою спроможна правильно оцінити позитивні та негативні риси своєї особистості, а тому прислуховується до порад інших людей, активно вдосконалює особистісні риси, позбуваючись негативних. Усвідомлюючи та поважаючи себе як особистість, така людина розуміє й поважає інших людей, добре ставиться до них і не буває егоїстичною, жорстокою та злою, здатною на ганебні вчинки. Розуміючи сенс, цінність і неповторність свого життя, завжди активно навчається та працює.



Рис. 147. У процесі навчання, виховання та самовиховання людина повинна розвинути в собі позитивні якості й звести до мінімуму негативні.

Розсудлива діяльність. На певному етапі філогенетичного розвитку у вищих тварин завдяки вдосконаленню нервової системи виникає новий тип набутої по-

ведінки — ***розсудлива (розумова, інтелектуальна) діяльність***. Вона ґрунтується на здатності нервової системи до аналізу й синтезу інформації, що дає можливість установлювати причинно-наслідкові зв'язки між явищами й предметами навколишнього світу. Така діяльність має найбільший пристосувальний ефект і сприяє виживанню в нових умовах. Інтелектуальним актом є такий, коли вирішується нове завдання, з яким ми раніше не зустрічались, і тому готового рішення немає в індивідуальному досвіді.

Наприклад, мавпа може використати палку, щоб дістати високо підвішений банан.

Розсудлива діяльність є результатом процесу мислення, яке ґрунтується на *відчуттях, увазі, пам'яті, мові, бажаннях (мотиваціях)* та інших психічних процесах. Продуктом мислення є свідомість.

Свідомість — функція людського мозку, що полягає у відображенні дійсності, формуванні суб'єктивної картини світу, на основі якої здійснюється цілеспрямоване регулювання взаємин особистості з навколишнім світом.

Свідомість забезпечує усвідомлення людиною довкілля й себе ***(самосвідомість)*** та інших людей у ньому. Завдяки свідомості відбувається адаптація людини до умов існування в суспільстві, тобто процес її соціалізації.

Елементарна розсудлива діяльність і свідомість притаманні вищим хребетним (а можливо, і таким безхребетним, як головоногі молюски). Проте завдяки більш розвинутому мозку й наявності виразної мови розсудлива діяльність і свідомість людини перебувають на значно вищому рівні, аніж у тварин.

Сучасна фізіологія ще не може повністю пояснити механізми розсудливої діяльності та свідомості, але точно встановлено, що вони пов'язані з глобальним збудженням кори великих півкуль, підкіркових і стовбурових структур головного мозку.

Значний внесок у розуміння механізмів розумової діяльності зробили дослідження штучного інтелекту, у яких моделюються процеси мислення на основі технічних об'єктів, зокрема комп'ютерів.

Пізнавальна діяльність людини. Від самого народження людина постійно сприймає явища навколишнього світу, тобто пізнає його. Першими вона пізнає матір і батька, потім природу та людей, які її оточують, нарешті пізнає відносини в суспільстві, а також намагається пізнати саму себе. Цей процес базується на діяльності сигнальних систем організму.

Перша сигнальна система. Безпосередня дія сигналів предметів і явищ зовнішнього світу, що надходять від органів чуття: зору, слуху, нюху, дотику, смаку тощо, — становлять першу сигнальну систему (за І. Павловим). Вона властива як тваринам, так і людині. Наприклад, голодний хижак бачить жертву, відчуває її запах і кидається на неї. Або: дитина відчуває, як мати пестить її, і заспокоюється.

Основними формами чуттєвого пізнання світу є відчуття та сприйняття.

Відчуття — це психічний процес, пов'язаний із відображенням мозком окремих властивостей предметів і явищ при їхній безпосередній дії на органи чуттів. Це — найперше й найважливіше джерело наших знань про навколиш-

ній світ і про нас самих. Органи чуттів дають нам можливість орієнтуватися в довкіллі.

Сприйняття — це психічний процес відображення людиною предметів та явищ у цілому, у сукупності всіх якостей і властивостей при їхній безпосередній дії на органи чуттів.

Сприйняття — активніший процес, аніж відчуття. Сприймаючи, ми не тільки бачимо, а й дивимося, розглядаємо, придивляємося, не тільки чуємо, а й слухаємо та прислухаємося, тобто всебічно пізнаємо предмет або явище. Наприклад, ми не просто знаємо, що яблуко кругле, але й те, що воно запашне, соковите, кисло-солодке, зелене, жовте або червоне... Таке комплексне сприйняття є результатом об'єднання відчуттів від різних органів чуттів у ядрах таламусу й асоціативних зонах кори.

Людина здатна вибірково сприймати лише те, що для неї найважливіше й відповідає її біологічним або соціальним потребам, наприклад професійній діяльності.

Сприйняття може порушуватися внаслідок ушкоджень (травм голови) або хвороб, які вражають кору головного мозку (запалення, пухлина, крововилив, хронічна алкогольна інтоксикація). Такі хворі можуть не впізнавати найпростіших предметів. До порушення сприйняття також належать ілюзії та галюцинації.

Поняття про ілюзії. З дитинства ми звикли повністю довіряти нашим органам чуттів. Однак іноді вони дають нам неадекватні відчуття й сприйняття. Це буває тоді, коли ми маємо неповну інформацію про предмет або коли змінюється освітлення, кут зору. При цьому предмет здається нам не таким, яким він має бути насправді, і тоді виникають ***ілюзії*** (з латин. *обманюю*) — хибне сприйняття реального предмета *(рис. 148)*. Так, ложка в склянці з водою нам здається зігнутою, сонце вранці та ввечері — більшим, порівняно з тим, яким воно сприймається вдень.



Рис. 148. Зорові ілюзії. На сприйняття величини предмета впливають наші просторові уявлення.

Галюцинації. При деяких психічних хворобах, уживанні алкоголю й наркотиків можуть з'являтися ***галюцинації*** (з латин. *марення*) — відчуття, що виникають за відсутності реального подразника (зорові відчуття, відчуття запахів, звуків тощо, яких насправді немає), але які набувають для людини характеру об'єктивної реальності, бо хворий не може відрізнити їх від справжньої дійсності *(рис. 149)*.



Рис. 149. Ілюзія, породжена страхом

Друга сигнальна система. На відміну від тварин, у людини є друга сигнальна система (за І. Павловим), основним подразником для якої є слово, що становить підґрунтя мови. Це якісно нова система

умовно-рефлекторних зв'язків людини з навколишнім світом, що розвинулась у процесі еволюції як надбудова над першою сигнальною системою. Друга сигнальна система є основою психіки людини, зокрема абстрактного мислення — вищої форми пізнання світу *(див. § 52)*.

Думаємо, розуміємо, відповідаємо. **1.** Чи можна стверджувати, що відповідність поведінки умовам довкілля та внутрішнього середовища — найважливіший чинник адаптації? **2.** Назвіть форми поведінки та визначте взаємозв'язок між ними. Яка поведінка притаманна Homo sapiens — Людині розумній? **3.** Обґрунтуйте значення та особливості функціонування першої сигнальної системи. **4.** Проаналізуйте значення та особливості функціонування другої сигнальної системи. **5.** Дайте визначення терміна «відчуття». Яким є значення відчуттів у пізнанні людиною навколишнього світу? **6.** Доведіть, що сприйняття — активніший за відчуття психічний процес. **7.** Поясніть, як і внаслідок чого може порушуватися процес сприйняття. **8.** Дайте визначення терміна «галюцинації». Коли вони можуть виникати? **9.** Наведіть приклади індивідуальної поведінки. Поясніть, до яких наслідків призводить переважання інстинктивної поведінки в людини.

Самостійна робота з підручником. **1.** Установіть зв'язок між першою та другою сигнальними системами. **2.** Поясніть походження термінів «ілюзії» та «галюцинації». **3.** Об'єднайте в логічний зв'язок поняття «сприйняття» та «наполеглива праця».

Запитання для допитливих. Спробуйте довести різницю між научуванням, скажімо, людиноподібної мавпи та людини.

Домашнє завдання. **1.** Подумайте й дайте відповідь: яка поведінка переважає в людей, які не хочуть навчатися або працювати? Обґрунтуйте відповідь. **2.** Поясніть, чому побудова цілісного образу неможлива за недостатності повної чуттєвої інформації.

§ 49 УРОДЖЕНА ТА НАБУТА ПОВЕДІНКА. БЕЗУМОВНІ Й УМОВНІ РЕФЛЕКСИ. ІНСТИНКТИ

ОСНОВНІ ПОНЯТТЯ І ТЕРМІНИ: безумовні й умовні рефлекси, інстинкти, властивості й види безумовних рефлексів, фізіологічні потреби, тимчасові нервові зв'язки, сигнали умовних рефлексів.

Виникнення вроджених форм поведінки. Умови довкілля, які не змінювалися протягом тисячоліть, дали змогу організмам виробити такі пристосувальні реакції, що закріпилися спадково, тобто стали вродженими. Найбільше цей зв'язок виявився в механізмах підтримання гомеостазу. Уроджені форми поведінки виробилися у вигляді безумовних рефлексів, які стали засобом пристосування до порівняно сталих явищ зовнішнього світу.

Безумовний рефлекс — це порівняно незмінна вроджена рефлекторна реакція організму на життєво важливі подразники зовнішнього й внутрішнього

середовищ. Термін запропонував І. Павлов. Безумовні рефлекси становлять основу нижчої нервової діяльності, спрямованої на підтримання гомеостазу.

Характеристика безумовних рефлексів

1. Безумовні рефлекси — уроджені. Вони успадковуються від батьків і в незмінній формі передаються нащадкам. У їхній основі лежать сформовані до моменту народження зв'язки між певними рецепторами й певними органами (м'язом або секреторною клітиною).

Оскільки безумовні рефлекси вроджені, вони проявляють себе без попереднього научування. Так, людину не треба «учити» відсмикувати руку при доторканні до гарячого або гострого предмета.

2. Безумовні рефлекси є видовими й характерними для всіх представників певного виду тварин і людини. Голодне немовля починає робити смоктальні рухи й відкривати ротик, якщо доторкатися до його щічки.

3. Безумовні рефлекси виникли та діють для реалізації певних потреб організму за порівняно сталих умов довкілля й самі є порівняно сталими, тобто вони не можуть перебудовуватися відповідно до змін довкілля.

За певних хвороб безумовні рефлекси можуть зникати. Так, унаслідок запалення райдужної оболонки ока на ній утворюються рубці й зникає зіничний рефлекс на світло. У курців через ушкодження рецепторного апарату дихальних шляхів послаблюються або повністю зникають захисні дихальні рефлекси.

4. Безумовні рефлекси є дуже специфічними й виникають тільки в результаті дії адекватного подразника на відповідні рецептори. Наприклад, зіничний рефлекс виникає лише за умови дії світла на світлочутливі клітини; рефлекси слиновиділення, секреції слизу та ферментів шлунка відбуваються, коли їжа потрапляє в порожнину рота.

Однак у межах своєї специфічності вони можуть проявляти певну гнучкість. Так, кожний вид їжі спричиняє виділення різної кількості слини, до того ж різного хімічного складу.

5. На основі безумовних рефлексів утворюються умовні рефлекси.

6. Центрами безумовних рефлексів є спинний, довгастий мозок, мозочок. Тому більшість безумовних рефлексів (особливо пов'язаних із регуляцією діяльності внутрішніх органів) здійснюється незалежно від свідомості й волі людини.

Види безумовних рефлексів

Харчові — це жування, ковтання, виділення слини, жовчі, травних соків тощо. Наприклад, потрапляння їжі до рота є безумовним сигналом для виділення слини та секрету травних залоз.

Охоронні (захисні) — мигальний рефлекс (захищає око від механічного ушкодження), зіничний (захищає сітківку ока від надто яскравого світла); згинальний рефлекс, завдяки якому ми відсмикуємо руку, коли доторкаємося до гарячого або гострого предмета; за допомогою кашлю й чхання дихальні шляхи звільняються від сторонніх частинок.



Рис. 150. Рефлекс «Що таке?»

Орієнтувальні рефлекси проявляються у відповідь на раптову, неочікувану дію зовнішнього подразника (світла, звуку, дотику). Людина насторожується, прислухається, повертає голову, зосереджується, готуючись до сприйняття незнайомих подразників. Іван Павлов назвав цей рефлекс «Що таке?» *(рис. 150)*.

Статеві рефлекси — основні рефлекси розмноження. Вони ґрунтуються на статевому потязі, що, безумовно, по-різному реалізується у тварин і людини.

Вегетативні рефлекси забезпечують саморегуляцію гомеостазу та його складових: газообміну, кровообігу, терморегуляції, функцій травних залоз, хімічного складу крові тощо; завдяки їм відбуваються ковтання, сечовипускання та багато інших фізіологічних процесів.

Інстинкт (з грецьк. *спонука*) — це вроджена, порівняно стала форма поведінки тварин чи людини, яка здійснюється під впливом основних біологічних потреб (харчових, статевих, захисних тощо) і спрямована на їхнє задоволення.

Інстинкти відтворюють корисний досвід попередніх поколінь певного біологічного виду й реалізуються в поведінкових реакціях, які спрямовані на отримання результату, корисного для тварини або виду тварин у цілому. Інстинкти — це послідовні дії, в основі кожної з яких — окремі безумовні рефлекси *(рис. 151, 152)*.

Колись природознавці та деякі вчені вважали інстинкт проявом нижчої «форми душі» або «мислення». Насправді це не так. Інстинктивна поведінка — уроджена й ґрунтується на чітко обмежених, «жорстких» спадкових програмах. Вона не завжди відповідає умовам, у яких здійснюється.

Чи можна керувати інстинктами? Людина може, а іноді навіть повинна керувати своїми інстинктами. Відчуття голоду — надзвичайно неприємне, а якщо воно триває кілька днів, тижнів, то стає вкрай нестерпним. Проте голодна мати здатна відмовитися від їжі, віддавши її своїм голодним дітям. Норми людської поведінки іноді стримують виявлення свого охоронного інстинкту, щоб фізично покарати кривдника.

Це треба пам'ятати! Людина — не тільки біологічна, а й соціальна істота, і метою її виховання має бути вироблення здатності керувати своїми інстинктами.



Рис. 151. Інстинктивна поведінка, спрямована на продовження роду



Рис. 152. Прояв інстинкту «полювання» у кошеняти

Біологічне значення умовних рефлексів. Відкриття І. Павловим умовних рефлексів — одне з найбільших досягнень світової науки, що стоїть на одному рівні із законом усесвітнього тяжіння І. Ньютона, еволюційним ученням Ч. Дарвіна, періодичною системою Д. Менделєєва, теорією відносності А. Ейнштейна. Вивчення умовно-рефлекторної діяльності дало змогу І. Павлову та його учням створити у фізіології нове вчення про вищу нервову діяльність тварин і людини.

Іван Павлов довів, що завдяки умовним рефлексам відбувається пристосування організму до конкретних умов існування.

Умовний рефлекс — складна пристосувальна реакція організму, що формується шляхом утворення тимчасового нервового зв'язку (асоціації) між сигнальним (умовним) і підкріплюючим його безумовним подразником.

Характеристика умовних рефлексів

1. Умовні рефлекси, на відміну від безумовних, є набутими в процесі життя людини або тварин.

2. Вони є *індивідуальними*, тобто такими, що формуються впродовж життя організму й роблять його поведінку відповідною конкретним умовам існування. Умовні рефлекси різні в особин одного й того самого виду. Наприклад, одна людина вміє грати на роялі, малювати, користуватися комп'ютером, володіє іноземною мовою тощо, а інша, маючи такі самі здібності, через лінощі й небажання навчатися пише з помилками й не має ніяких корисних навичок.

Умовні рефлекси людини, зокрема знання й навички, корисні для неї та інших, залежать від її індивідуального життєвого досвіду. Що активніше вона навчається, то більше їх набуває.

Це треба пам'ятати! Людині притаманне свідоме вироблення умовних рефлексів для досягнення найкращого біологічного (фізичне здоров'я) і соціального (успіх у житті) результатів за допомогою навчання, праці та здорового способу життя.

3. Умовні рефлекси завжди утворюються на ґрунті безумовних.

Тільки тоді певна зміна довкілля або внутрішнього середовища організму стане умовним подразником (наприклад, умикання світла), коли він буде пов'язаний із безумовним подразником (наприклад, їжею), і це відповідатиме біологічним (тобто життєвим) потребам організму.

4. Умовні рефлекси, на відміну від безумовних, є тимчасовими. Вони виникають за певних обставин, а коли умови довкілля змінюються — зникають (гальмуються), а замість них формуються нові, що відповідають іншим обставинам.

5. Умовні рефлекси можуть змінювати вроджений прояв безумовних рефлексів та інстинктів. Наприклад, один із найсильніших інстинктів тварин жіночої статі — материнський. Проте певні умови виховання (тобто дія умовного подразника) можуть порушити його.



Рис. 153. Подивіться уважно на лимон. Слина, що почала виділятися у вас у роті, — це прояв умовного рефлексу.

Які існують сигнали умовного рефлексу? Умовним подразником можуть стати будь-які явища чи зміни навколишнього середовища *(рис. 153)* або внутрішнього стану організму, якщо вони:

• самі не викликають безумовного рефлексу, тобто байдужі (індиферентні);

• їхня сила достатня, щоб викликати безумовний орієнтувальний рефлекс. Наприклад, звуки (мова, шум), світло, кольори, запахи, смакові речовини, дотик, тиск, тепло, холод, положення тіла в просторі — усі ці й інші індиферентні подразники при їхньому поєднанні з безумовними подразниками (підкріпленні) та за умови достатньої сили стають сигналами, що викликають той чи інший безумовний рефлекс. Інакше кажучи, раніше байдужі подразники починають сигналізувати організму, що найближчим часом на нього почне діяти життєво важливий (безумовний) подразник.

Утворення умовних рефлексів у людини залежить і від емоційного ставлення до умовного подразника (подобається, не подобається, викликає захоплення або огиду, сприймається байдуже), моральних засад людини, її настрою, характеру, уваги, яку вона приділяє певному подразнику.

Механізми утворення умовних рефлексів. Працями І. Павлова та його учнів було доведено, що основою виникнення умовних рефлексів є утворення тимчасових нервових зв'язків, або асоціацій, між нервовими центрами, що сприймають дію байдужого подразника, з нервовим центром безумовного рефлексу *(рис. 154)*.

Іван Павлов уважав, що утворення тимчасових зв'язків відбувається в корі великих півкуль головного мозку. Його послідовники встановили, що у формуванні асоціацій беруть участь підкіркові утворення ретикулярної формації, таламуса, гіпоталамуса, довгастого мозку тощо.

Щоб утворилися ці зв'язки, потрібен певний час. Однак якщо безумовний подразник дуже сильний, зв'язок може утворитися досить швидко й тривати все життя. Наприклад, дитина, яка обпеклася вогнем, на все життя запам'ятає відчуття болю.

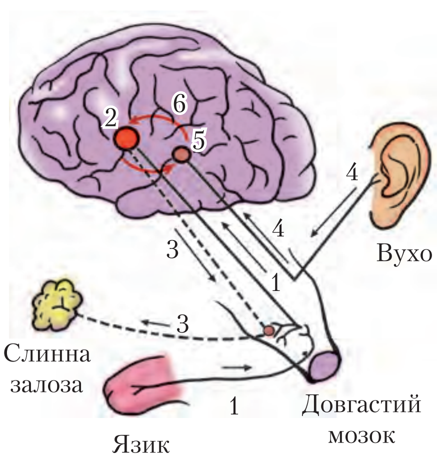


Рис. 154. Схема утворення тимчасового зв'язку в корі великих півкуль головного мозку:

1 — чутливі нервові волокна, що йдуть від смакових рецепторів; 2 — кіркове представництво безумовного харчового рефлексу; 3 — секреторний слиновидільний нерв; 4 — чутливі волокна від слухових рецепторів; 5 — слухова ділянка кори великих півкуль; 6 — тимчасовий зв'язок у вигляді рефлекторного кільця

Думаємо, розуміємо, відповідаємо. **1.** Дайте визначення безумовних рефлексів. **2.** Обґрунтуйте їх біологічне значення. Наведіть приклади. **3.** Поясніть, чому безумовні рефлекси ще називають *видовими*. Наведіть приклади. **4.** Які утворення центральної нервової системи є центрами безумовних рефлексів? **5.** Поясніть походження терміна «інстинкт». Дайте визначення інстинктивної поведінки. **6.** Установіть причини порушень інстинктивної діяльності людини. **7.** Обґрунтуйте, чому завдяки умовним рефлексам відбувається пристосування організму до навколишнього середовища. **8.** Дайте визначення умовного рефлексу та назвіть його основні ознаки. **9.** Доведіть, що людині притаманне свідоме вироблення умовних рефлексів для досягнення найкращого біологічного та соціального результату. Наведіть приклади. **10.** Наведіть приклади, коли умовні рефлекси змінюють прояви безумовних рефлексів та інстинктів. **11.** Проаналізуйте текст параграфа й дайте відповідь, які сигнали навколишнього або внутрішнього середовища можуть відігравати роль умовних подразників. Які для цього мають бути умови?

Самостійна робота з підручником. Користуючись матеріалом підручника, складіть таблицю порівняння характеристик безумовних і умовних рефлексів.

Запитання для допитливих. **1.** Поясніть, чому в людини, яка прочищає від сірки зовнішній слуховий прохід, іноді виникає відчуття «пошкрябування» в горлі або кашель. **2.** Поясніть поведінку ворони. Горіхи закрили пластиковими коробочками. Ворона дзьобом збила одну коробочку й дістала горіх. Схопивши його, захотіла взяти ще й коробочку, але через це горіх випав у неї із дзьоба. Тоді ворона поклала горіх у коробочку й, схопивши її дзьобом, понесла разом із горіхом.

Домашнє завдання. Якщо у вас удома є якась тварина, простежте за її поведінкою й запишіть у зошиті її дії. **1.** Які види інстинктивної діяльності їй властиві? **2.** Які в неї виробились умовні рефлекси після тренувальних занять?

Лабораторне дослідження

ТЕМА. Визначення реакції зіниць на світло

МЕТА: навчитися спостерігати й виявляти безумовні рефлекси людини, а також уміти зображати частини рефлекторної дуги.

ХІД РОБОТИ *(роботу виконують парами)*

1. Поверніть людину, з якою ви проводите дослід, обличчям до світла та зверніть увагу на ширину її зіниць і на те, що в них однаковий діаметр.

2. На 10–15 с прикрийте рукою одне око особи, яка стоїть обличчям до світла, і простежте за розширенням зіниці не тільки закритого, а й незакритого ока (синхронність реакції).

3. Швидко відведіть руку від ока й знову визначте ширину зіниць. При цьому буде помітне швидке одночасне звуження обох зіниць.

4. Намалюйте в зошиті та підпишіть частини рефлекторної дуги розглянутого рефлексу.

ВИСНОВОК

1. Про що свідчить дослідження цього рефлексу?

2. Чому й завдяки яким фізіологічним механізмам виникають узгоджені реакції зіниць на світло?

§ 50 ВИДИ УМОВНИХ РЕФЛЕКСІВ, ЇХНЄ ГАЛЬМУВАННЯ. ДІЯЛЬНІСТЬ ЛЮДИНИ. ДИНАМІЧНИЙ СТЕРЕОТИП. НАВИЧКИ І ЗВИЧКИ

ОСНОВНІ ПОНЯТТЯ І ТЕРМІНИ: види умовних рефлексів, гальмування умовних рефлексів, діяльність людини та її складові, динамічний стереотип, навички, звички.

Види умовних рефлексів. Залежно від виду умовного подразника та безумовно-рефлекторного підкріплення, а також характеру взаємозв'язків, між ними визначають різні види умовних рефлексів.

Натуральні умовні рефлекси виробляються на природні ознаки безумовного подразника, тобто на такі, що існували в природі мільйони років і мають значення для виживання виду, наприклад на запах їжі. Вони утворюються дуже легко та швидко.

Так, цуценя, яке ніколи не їло м'яса, не виявляє до нього ніякої харчової реакції. Однак після декількох годувань цим продуктом вигляд або запах м'яса вже викликає у тварини умовно-рефлекторне слиновиділення та облизування, тобто в неї виробляється натуральний харчовий рефлекс.

Штучні умовні рефлекси виникають на будь-яке подразнення, що сприймається різними рецепторами й не пов'язане безпосередньо з безумовним подразником, наприклад світло лампи, дзвінок тощо. Якщо дія цих подразників збігається в часі з дією безумовного подразника, між ними утворюються більш-менш стійкі асоціації.



Рис. 155. Прояв соматичного умовного рефлексу

Вегетативні умовні рефлекси проявляються в змінах роботи внутрішніх органів. Це — харчові, дихальні, серцево-судинні рефлекси, які мають велике пристосувальне значення в життєдіяльності людини.

Соматичні умовні рухові рефлекси пов'язані з діяльністю скелетної мускулатури. Вони утворюються впродовж усього життя людини, особливо коли її праця пов'язана з руховою активністю *(рис. 155)*.

Умовні рефлекси на час. Умовним подразником може бути час. Це стосується тих випадків, коли безумовний подразник діє регулярно. У такому самому ритмі виникає й умовно-рефлекторне збудження. Наприклад, умовні харчові реакції на час можуть виявлятися підвищенням апетиту (особливо якщо людина звикла їсти в один і той самий час), що забезпечує підготовку травного апарату до споживання їжі.

Прикладом умовно-рефлекторних реакцій на час є розпорядок дня та певний ритм трудової діяльності *(рис. 156)*.

Це треба пам'ятати! Якщо працювати ритмічно, то будь-яка робота виконується легше, оскільки утворюється умовний рефлекс на час.

Так, режим навчального дня з чіткою послідовністю уроків і перерв для відпочинку сприяє утворенню у вас умовного рефлексу на час, поліпшує діяльність нервової системи та забезпечує максимальну працездатність у години занять. Відомо, що люди, які «прив'язують» свої заняття до певного часу, роблять набагато більше справ, аніж ті, хто відкладає їх на невизначений термін.

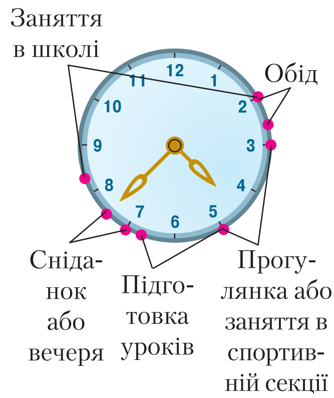


Рис. 156. Розпорядок дня є прикладом умовно-рефлекторної реакції на час

Окрім того, утворення умовних рефлексів на час при чіткому режимі дня набагато збільшує ефективність різних фізіологічних процесів: поліпшується травлення, людина краще спить тощо. Усе це сприяє збереженню здоров'я та працездатності.

Гальмування умовних рефлексів. Умовні рефлекси можуть не тільки формуватися протягом життя, а й зникати або трансформуватися, залежно від зміни умов їх використання. Процес згасання умовного рефлексу називається ***гальмуванням***. Залежно від умов виникнення розрізняють дві форми гальмування умовних рефлексів: зовнішнє (безумовне, уроджене) і внутрішнє (умовне, набуте).

Зовнішнє гальмування виникає під дією сильного стороннього подразника для певного умовного рефлексу, який діє одночасно з ним. Такими гальмівними подразниками є сильний шум, больове подразнення, надмірне світло, глибокі раптові переживання. Ці надмірні подразники спричиняють в організмі іншу реакцію, сильнішу за умовний рефлекс, а тому зовнішнє гальмування виникає швидко, іноді одночасно з дією подразника.

Наприклад, голодна людина сидить за гарно сервірованим столом, заставленим смачною їжею. У неї виникає умовно-рефлекторне слиновиділення. Та ось за вікном почувся якийсь шум, крик, — людина підбігає до вікна; у цей час умовний рефлекс слиновиділення зникає.

Різновидом зовнішнього гальмування є ***позамежове гальмування***. Воно має велику охоронну функцію. Щоразу, коли збудження, яке виникає в певному нервовому центрі, досягає надмірної сили, триває надто довго або часто повторюється, відбувається процес гальмування. Це захищає нервовий центр і нейрони, з яких він складається, від руйнівної дії надмірних подразників.

Прикладом охоронного гальмування є сон.

Внутрішнє гальмування, на відміну від зовнішнього, виникає не відразу — воно виробляється поступово. Іван Павлов назвав його внутрішнім, тому що причиною виникнення цього гальмування є зміни всередині дуги умовного рефлексу. Головною умовою його вироблення є непідкріплення умовного рефлексу безумовним подразником.

Залежно від умов виникнення, розрізняють різні види внутрішнього гальмування, серед яких найцікавішим є *умовне*.

Воно виявляється під час навчання, виховання, занять спортом, бо різні правила, норми поведінки, закони людського суспільства є умовними галь-

мами. На жаль, умовні гальма втрачають люди, які зловживають алкоголем і наркотиками. Без умовних гальм вони здатні на різні протиправні вчинки, кримінальні дії, що призводять до великих людських трагедій, ув'язнення, руйнації життя.

Діяльність людини, на відміну від тварин, — явище не тільки біологічне, а й соціальне, яке сформувалося впродовж тисячоліть у процесі праці й дало змогу людині не тільки пристосуватися до умов довкілля, а й змінювати його собі на користь, діючи при цьому усвідомлено та цілеспрямовано.

У структурі кожного виду діяльності людини важливі такі компоненти: мета, мотив діяльності, відповідність мети умовам її досягнення, результат дії.

Мета діяльності — це те, чого людина прагне досягти в результаті дії, наприклад навчитися грати на фортепіано, кататися на ковзанах або стрибнути на рекордну висоту.

Це треба пам'ятати! Якщо людина не поставить собі мету — її діяльність буде неефективною.



Рис. 157. Діяльність породжує нові можливості. На малюнку проілюстровано відому притчу про двох мишок, які впали в банку зі сметаною. Одна, слабовільна, не боролася за життя й швидко потонула. А друга — енергійна й вольова, аби врятуватися, робила хвостиком і лапками стільки рухів, що збила зі сметани масло, вибралася з банки та ще й добре попоїла.

Щоб досягти мети своєї діяльності, людині доводиться докладати фізичних зусиль, застосовувати розум, проявляти емоції, напружувати волю. Що привабливішою й віддаленішою є мета, то більше треба працювати, учитися й докладати вольових зусиль для її досягнення.

Велика мета розвиває людину як особистість, відволікає від усього зайвого, незначного або шкідливого (куріння, уживання алкоголю, наркотиків тощо). Підкреслюючи її значення, І. Павлов навіть назвав її ***рефлексом мети***.

Мотив діяльності може викликатися потребою чи інтересом. Вони надають змісту й значущості поставленій меті, є її рушійною силою. Мотиви діяльності можуть бути матеріального (потреба в їжі, теплі, житлі, одязі тощо) і духовного, культурного, морального характеру (бажання пізнати щось нове, комусь допомогти, зробити щось важливе для людей тощо).

Мета й мотив визначають зміст, способи й терміни виконання діяльності *(рис. 157)*. Однак, з іншого боку, і це дуже важливо запам'ятати, — діяльність сама породжує та розвиває нові цілі й можливості, потреби й інтереси, формує нові ідеали й запити.

Це треба пам'ятати! Без діяльності не утворюються нові умовні рефлекси, гальмуються й зникають наявні, завдяки чому має місце деградація особистості (з латин. *зменшення*), що супроводжується слабовіллям, збідненням сприйняття світу й власного життя, зниженням рівня культури, ганебною поведінкою, схильністю до різних зловживань.

Поняття про динамічний стереотип. Будь-який вид навчальної, трудової або побутової діяльності людини зазвичай повторюється в певній послідовності (наприклад, розклад уроків залишається майже незмінним протягом навчального року). Це створює умови для формування послідовного комплексу умовно-рефлекторних реакцій, у якому попередній вид діяльності стає умовним сигналом для початку наступного. Такий ланцюг рефлексів І. Павлов назвав ***динамічним стереотипом*** (з грецьк. *великий, об'ємний, просторовий* і *відбиток, зразок*).

Послідовність наших дій більш-менш незмінна протягом доби, тижня, року. За таких умов у людини (у тварин) формується звичний спосіб життя, що проявляється у визначеному режимі дня, у формуванні певних навичок і звичок.

Однак умови нашого життя не завжди залишаються незмінними (наприклад, навчальний рік закінчується й починаються канікули; після закінчення школи учні стають студентами або влаштовуються на роботу). Зрозуміло, що нові умови життя потребують інших видів і нової послідовності діяльності. На здатність нервової системи перебудовувати стереотипну послідовність дій, змінювати існуючі навички та формувати нові вказує термін «динамічний».

Навички. Успішне виконання будь-якої діяльності вимагає від людини оволодіння необхідними для її здійснення засобами, якими людина користується для того, щоб досягти певної мети. Багаторазово виконуючи одну й ту саму дію, вона наче виконує ланцюг вправ (від простіших до складніших), а тому з часом певна дія здійснюється швидше, легше, точніше, тобто з меншою кількістю помилок, меншим напруженням і вольовими зусиллями.

Нарешті, дія починає здійснюватися автоматично, тобто на рівні підсвідомості. Це означає, що в людини утворилися певні навички. Вони є результатом процесу навчання *(рис. 158, 159)*.

Це треба пам'ятати! Навички формуються тільки в процесі наполегливого навчання та праці.

З певними навичками людина не народжується. Якщо вона від природи має художню обдарованість або прекрасний музикальний слух, але не вдосконалює їх, тобто не виробляє певних навичок, їй ніколи не стати видатним художником або музикантом. Так само й обдарована фізично людина без відповідних тренувань ніколи не стане чемпіоном.



Рис. 158. Навички катання на ковзанах відсутні



Рис. 159. Добре сформовані рухові навички

Навички — це доведені до автоматизму рухові або розумові дії, окремі елементи яких не контролюються свідомістю.

Що більше різних навичок має людина, то вона впевненіше себе почуває й може досягти кращого життєвого результату.

Це треба пам'ятати! Будь-які корисні навички не бувають зайвими.

Поняття про звички. Динамічний стереотип є підґрунтям для утворення не тільки навичок, а й звичок.

Звички — типові дії або стиль поведінки для будь-якої людини, що є для неї внутрішньою потребою.

Звички формуються в процесі виховання з наймолодшого віку. Такими звичками є чітке дотримання правил гігієни (ранковий душ, чищення зубів), привітання знайомих, увічливість і чемність, вибір моральної поведінки, переважання розуму й почуття відповідальності над інстинктами. Проте не завжди звички бувають позитивними (куріння, уживання їжі на ходу, постійне жування жуйки тощо). На жаль, звичку значно легше придбати, аніж її позбутися.

Думаємо, розуміємо, відповідаємо. **1.** Визначте фізіологічну основу натуральних і штучних умовних рефлексів. Наведіть приклади. **2.** Визначте взаємозв'язок між успішним навчанням, працею й умовними рефлексами на час і чітким розпорядком дня. **3.** Поясніть біологічний зміст і значення зовнішнього гальмування. Наведіть приклад подразників, які приводять до його виникнення. **4.** Обґрунтуйте, у чому полягає охоронне значення позамежового гальмування. **5.** Визначте, що є спільного та відмінного між зовнішнім і внутрішнім гальмуваннями. **6.** Поясніть, чому діяльність людини можна розглядати не тільки як біологічне, а передусім як соціальне явище. **7.** Проаналізуйте, чому для кожної людини дуже важливо поставити мету діяльності. Чому діяльність (навчання, праця) без мети неефективна? Обґрунтуйте відповідь і наведіть приклади. **8.** Обґрунтуйте, чому кожній людині важливо порівнювати мету поставленого завдання з умовами його виконання. **9.** Дайте пояснення поняття «динамічний стереотип». **10.** Визначте, що таке *навички*. **11.** Що робити, якщо у вас сформувалися шкідливі «звички»?

Самостійна робота з підручником. Складіть «рекламу» чіткого розпорядку дня. Поясніть, чому діяльність неможлива без чіткого уявлення про її мету, а також чому висока мета породжує волю та велику енергію до її здійснення.

Запитання для допитливих. **1.** Установіть, які об'єктивні та суб'єктивні фактори сприяють формуванню навичок. **2.** Поясніть, чому люди, які активно працюють тривалий час після пенсії, здоровіші й живуть довше.

Домашнє завдання. **1.** Складіть схему виникнення орієнтувального рефлексу замість загальмованого умовного. **2.** Поясніть, що ви розумієте під поняттям «вибір мети». **3.** Запишіть у зошиті, які навички ви маєте та як вони у вас сформувалися (за можливості — уже за відомими вам етапами, бажано із зазначенням часу на кожний).

§ 51 ПАМ’ЯТЬ. ФІЗІОЛОГІЧНІ МЕХАНІЗМИ ТА ВИДИ ПАМ’ЯТІ. ЗАПАМ’ЯТОВУВАННЯ І ВІДТВОРЕННЯ. ЗАБУВАННЯ

ОСНОВНІ ПОНЯТТЯ І ТЕРМІНИ: пам’ять, теорії формування пам’яті, оперативна, короткочасна, довготривала, рухова, образна, емоційна, словесно-логічна пам’ять, запам’ятовування, відтворення, забування.

Пам’ять — це комплекс процесів, які відбуваються в центральній нервовій системі й забезпечують накопичення та відтворення попереднього індивідуального досвіду.

Психіка людини побудована так, що будь-що почуте, сприйняте, осмислене або пережите в почуттях, якщо воно є важливим для неї, не зникає безслідно, а відкладається в пам’яті.

Отже, пам’ять — це здатність психіки людини запам’ятовувати, зберігати та відтворювати отриману інформацію.

Інформаційний обсяг пам’яті людини майже необмежений і оцінюється приблизно об’ємом 3×10^8 біт (1 біт — одиниця виміру об’єму інформації, яка приблизно відповідає слову з 5–7 букв).

Великі словники різних мов містять 50–100 тис. слів, тобто до 1×10^5 біт інформації. Теоретично людина може засвоїти понад 10 тис. мов, що значно перевищує їхню кількість у світі.

Фізіологічні механізми пам’яті. Механізми пам’яті цікавили людей протягом тисячоліть. Давні греки шанували богиню пам’яті Мнемозіну. Давньогрецькі вчені вважали, що інформація з довкілля, надходячи в м’яку мозкову речовину, залишає на ній відбитки, ніби на глині чи воску. Упродовж багатьох століть природознавці, філософи, фізики й хіміки намагалися з’ясувати механізми пам’яті. Однак тільки наприкінці XIX ст. вони визначилися щодо цього питання, хоча й тепер залишається ще багато не пізнаного.

Найперші наукові пояснення механізмів пам’яті пов’язані з ученням І. Павлова про умовні рефлекси та тимчасові нервові зв’язки, які виникають при їхньому утворенні. Тобто запам’ятовується не сам «образ», а його «слід» в утворених тимчасових нервових зв’язках. Отже:

- ***запам’ятовування*** — це утворення нових нервових зв’язків і збудження певних ділянок кори великих півкуль головного мозку;
- ***зберігання інформації*** — процес «зчеплення» нових тимчасових зв’язків із раніше утвореними вогнищами збудження, тобто утворення умовних рефлексів (асоціацій) і формування елементів уже відомого нам динамічного стереотипу;
- ***відтворення*** — установлення тимчасових зв’язків із центрами аналізаторів, наприклад із руховим (читання вірша напам’ять);
- ***забування*** — тимчасове чи постійне гальмування наявних тимчасових нервових зв’язків.

Сучасна фізіологія виокремлює три основні види пам’яті, які мають різні механізми збереження інформації: сенсорна, або оперативна, короткочасна й довготривала.

Сенсорна, або ***оперативна, пам'ять*** виникає внаслідок проходження інформації від рецепторів до кори великих півкуль головного мозку чутливими нервовими шляхами. Вона зберігається в нервовій системі кілька сотих секунди. За цей час здійснюється її аналіз і синтез у відповідних нервових центрах. Якщо дія подразника на організм була короткочасною, то інформація, що зберігається в сенсорній пам'яті, може не усвідомлюватися людиною. Однак якщо такий короткочасний вплив буде повторюватися, то він спричинятиме вплив на підсвідомість, що може супроводжуватися виникненням у людини підсвідомих бажань. На цьому й ґрунтується використання в рекламі так званого «25-го кадру».

Короткочасна пам'ять забезпечує збереження інформації протягом декількох секунд. Обсяг цієї пам'яті обмежений і залежить від віку людини. Діти, які навчаються в молодших класах, здатні утримувати в короткочасній пам'яті речення, що складаються з 4–5 слів. Учні середніх класів — із 7–8, старшокласники й дорослі — з 9–12 слів. Утримання в короткочасній пам'яті певної інформації — необхідна умова усвідомлення її змісту. Якщо ж у цей час людина сприймає нову інформацію, то вона начебто витісняє з пам'яті попередню. Якщо ви дуже швидко читаєте підручник, то зміст його не усвідомлюєте й не засвоюєте матеріал.

Під час перебування інформації в короткочасній пам'яті відбувається нібито її постійне повторювання за рахунок внутрішньої мови. Це є проявом механізму цього типу пам'яті, який полягає в циркуляції електричних імпульсів у колових ланцюгах нейронів. Якщо інформація потрапляє в нервову систему одноразово, то здебільшого вона не залишає ніяких слідів, тобто відбувається її забування *(рис. 160)*.

Довготривала пам'ять має майже необмежений обсяг і зберігає інформацію протягом багатьох років. На довготривалій пам'яті ґрунтуються процеси набуття та закріплення знань, умінь і навичок, розрахованих на тривале використання в діяльності людини. Наприклад, якщо дитина в першому класі навчилася писати літери, то ніколи вже не забуде, як це робиться.

Механізм довготривалої пам'яті ще остаточно не з'ясований. Уважається, що під час повторних надходжень інформації відбуваються певні структурні перебудови у відповідних нейронах. Зокрема, у пресинаптичних відділах синапсів збільшується вміст медіатора й відбувається утворення нових синаптичних зв'язків між цими нейронами. Такі структурні зміни полегшують проведення збудження в нейронних ланцюгах. Крім того, установлено, що в цих нейронах активізуються процеси синтезу різноманітних поліпептидних молекул, які мають назву *нейропептиди*.

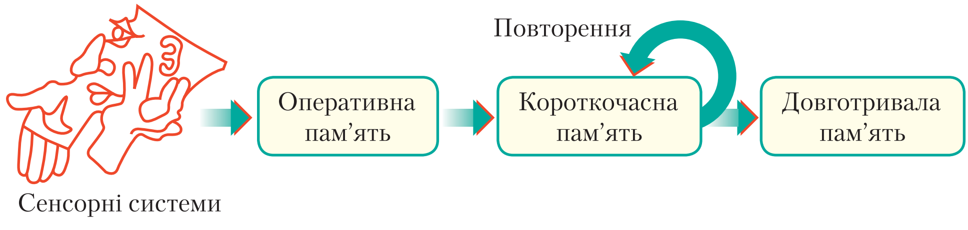


Рис. 160. Взаємозв'язок видів пам'яті

Залежно від інформації, що запам’ятовується, розрізняють декілька видів пам’яті.

Рухова пам’ять полягає в запам’ятовуванні й відтворенні людиною певних рухів. Вона проявляється в різних видах ігрової, спортивної та трудової діяльності тощо.

Образна пам’ять пов’язана з процесами відчуття та сприйняття, тобто з формуванням чуттєвих образів. Залежно від того, яким аналізатором сприймається об’єкт запам’ятовування, розрізняють *зорову* (обов’язкова для художників), *слухову* (обов’язкова для музикантів) і *нюхову* (обов’язкова для дегустаторів) пам’ять. В образній пам’яті бере участь, окрім першої, ще й друга сигнальна система, бо за допомогою мови людина не тільки запам’ятовує, а й усвідомлює чуттєві образи, формує своє ставлення до них.

Емоційна пам’ять пов’язана із запам’ятовуванням і відтворенням тих емоцій та почуттів, які людина пережила в минулому. Вона дуже важлива для всіх людей, а особливо для акторів, письменників і поетів.

Словесно-логічна пам’ять відрізняється від вищезгаданих видів пам’яті тим, що її подразником є *слово*. Це — пам’ять на думки, почуття, судження, умовиводи, тобто на такі психічні явища, які не можуть існувати поза мовою. Цей вид пам’яті — найважливіший для навчання й наукової діяльності.

Запам’ятовування. Кожен із нас розуміє, що всі предмети й події запам’ятати неможливо. Багато з того, що ви начебто запам’ятали, не зберігається в пам’яті. Цікаво, що іноді наша пам’ять відбирає щось для запам’ятовування навіть без нашої «вказівки», а те, що хотілося б запам’ятати відразу, — не вдається. Тож пам’ять і запам’ятовування людини мають вибірковий характер.

Що ж запам’ятовується?

По-перше, усе те, що відповідає потребам людини, її запитам, уподобанням, те, що для неї є найважливішим: для трудової або навчальної діяльності, для здоров’я тощо. По-друге, краще запам’ятовується те, що збігається з характером людини, її захопленнями, те, що зацікавлює гарним виглядом, поліпшує настрій. Буває й навпаки, коли деякі люди мають схильність до запам’ятовування негативних явищ.

Пам’ять людини вибирає для запам’ятовування те, що випливає з інтересів і потреб людини. Необхідною умовою запам’ятовування є концентрація уваги.

Увага — це здатність психіки людини виокремлювати з безлічі різноманітних подразників, предметів і явищ довкілля та свого внутрішнього світу тільки ті, які мають для неї біологічне або соціальне значення, і зосереджуватися на них.

Фізіологічні механізми уваги пов’язані, з одного боку, з виникненням вогнища збудження в певній ділянці кори великих півкуль головного мозку, спричиненого дією сильного, значущого для організму подразника, а з іншого — з внутрішньою психічною установкою людини, яка з певних причин виокремила саме цей подразник серед інших як головний, значущий для себе, свого організму. Таке збудження є домінуючим (з латин. *панівним*) і підкоряє собі, тобто гальмує, інші вогнища збудження в інших ділянках кори великих півкуль головного мозку. Це збудження може «пересуватися» з одного місця кори на інші, що спричиняє переключення уваги з одного об’єкта на інший.

Мимовільне запам'ятовування відбувається без спеціально поставленої мети: «Це треба запам'ятати!»

Наприклад, читаючи цікаву книжку, ви не ставите собі за мету «вивчити» сюжет або запам'ятати описи природи. Проте, прочитавши її, ви легко пригадаєте або зможете переказати (тобто відтворити) і сюжет, й описи природи.

Запам'ятовуватися можуть подразники й невеликої сили. Ледве почуте або ледь побачене може мимовільно й міцно запам'ятатися, якщо воно збіглося з потребами людини, має велике значення в її професійній або навчальній діяльності, для життя та здоров'я, відповідає на запитання, які давно хвилювали. Мимовільно запам'ятовуються й просто цікаві предмети та події.

Довільне запам'ятовування пов'язане з необхідністю щось запам'ятати у зв'язку з раніше наміченою метою або коли людина ставить собі завдання: «Це треба запам'ятати!» Необхідність зумовлює цілеспрямований характер запам'ятовування та мобілізує вольові зусилля.

Наскільки це важливо, проілюструємо на такому відомому досліді. Одній людині запропонували багато разів читати вголос одні й ті самі слова, але не сказали, що їх треба запам'ятати. Досліджувана людина ніяк не могла повторити їх, хоча прочитала майже 50 разів. Коли ж їй пояснили необхідність вивчення цих слів, то вже після шестиразового читання вголос людина змогла відтворити ці слова напам'ять.

Довільне запам'ятовування відбувається краще, якщо воно пов'язане з досягненням певної мети.

Залежно від того, наскільки людина розуміє матеріал, довільне запам'ятовування поділяють на два види: механічне та змістове (логічне).

Механічне запам'ятовування — таке, що відбувається без усвідомлення суті того, що вивчається. Цей вид пам'яті дуже короткочасний (зазубрив, здав, забув) і має малий обсяг.

Змістове (логічне) запам'ятовування ґрунтується на розумінні матеріалу, що вивчається. При цьому мають велике значення: знаходження змістових (логічних) зв'язків у матеріалі, що вивчається; установка на запам'ятовування; інтерес; увага та зосередженість.

Умови такого запам'ятовування: постійне тренування пам'яті, з'ясування мети (для чого мені це потрібно: щоб отримати хорошу оцінку, щоб не лаяли батьки, щоб стати фахівцем), пошук логічних зв'язків між предметами й явищами.

Відтворення — один з основних процесів пам'яті. Якщо людина може відтворити вивчене (розповісти вірш, написати твір, розв'язати математичну задачу), то це свідчить про міцність запам'ятовування.

Фізіологічним механізмом відтворення є активізація раніше утворених нервових зв'язків у корі великих півкуль головного мозку.

Найпростіша форма відтворення — ***упізнавання*** предметів, явищ і подій, що виникають під час повторного їх сприйняття.

Забування — процес, зворотний запам'ятовуванню. Воно виявляється: у втраті чіткості того, що було запам'ятовано; у зменшенні його обсягу; ви-

никненні помилок у відтворенні; повному зникненні отриманої раніше інформації, коли навіть зникає впізнавання (тобто вивчена колись інформація видається цілком новою). Забування — також важливий для людини процес, бо він звільняє місце для утворення нових нервових зв’язків.

Процес забування пов’язаний зі станом головного мозку та його живленням. У літніх людей унаслідок атеросклеротичного процесу в артеріях мозок гірше постачається кров’ю, а тому вони не тільки важче запам’ятовують нову інформацію, а й часто забувають ту, що набули протягом життя. Це є результатом загибелі нервових клітин, у яких зберігалася певна інформація. Загибель нервових клітин, яка відбувається, зокрема, унаслідок уживання алкоголю та наркотиків, призводить до поступової деградації особистості.

Думаємо, розуміємо, відповідаємо. **1.** Проаналізуйте та визначте значення пам’яті в житті кожної людини. **2.** Визначте взаємозв’язок пам’яті з такими пізнавальними й розумовими процесами, як відчуття й сприйняття. **3.** Поясніть фізіологічні механізми формування пам’яті з точки зору вчення І. Павлова про умовні рефлекси. **4.** Поясніть фізіологічні механізми й значення оперативної та короткочасної пам’яті. **5.** Від чого залежить формування довготривалої пам’яті та яке її значення для людини? Наведіть приклади. **6.** Назвіть види пам’яті залежно від інформації, яка запам’ятовується. Наведіть приклади. **7.** Визначте й обґрунтуйте, чому матеріал, вивчений методом механічного запам’ятовування, швидко зникає з пам’яті. Пригадайте й наведіть власні приклади. **8.** Доведіть, що змістове (логічне) запам’ятовування має багато переваг перед механічним. **9.** Поясніть, чому, вивчаючи текст, корисно малювати схеми та малюнки. **10.** Доведіть, що без уваги та зосередженості не можливе запам’ятовування. **11.** Доведіть, що відтворення — один з основних процесів пам’яті. **12.** Поясніть, що таке забування та його значення. Визначте взаємозв’язок між забуванням і постачанням головного мозку кров’ю, а також різними шкідливими звичками.

Самостійна робота з підручником. Користуючись текстом підручника, складіть схему вивчення матеріалу цього параграфа. Чим ця схема відрізняється від того методу, за яким ви зазвичай вивчаєте матеріал?

Запитання для допитливих. **1.** У чому проявляється відмінність образів пам’яті від образів сприйняття? **2.** Чи є довільна пам’ять у тварин? **3.** Як відомо, коли людина хвилюється, то може забути те, що раніше добре запам’ятала або, навпаки, пригадати те, що наче давно забула. Яке фізіологічне пояснення можна дати цим явищам?

Домашнє завдання. **1.** Якими видами пам’яті ви користуєтесь у навчанні? Наведіть приклади та запишіть їх у зошит. **2.** Поясніть, чому І. Сєченов писав, що людина, позбавлена пам’яті, ніби перебуває в стані новонародженого. **3.** Запишіть у зошит свої індивідуальні особливості пам’яті й зіставте їх із своїми інтересами, а також професійними нахилами, якщо вони у вас є.

Це треба знати. У людини, яка курить, уживає алкоголь чи наркотики, порушуються всі нервово-психічні процеси, утрачається здатність до запам’ятовування, а процеси забування, навпаки, розвиваються прискореними темпами.

Лабораторне дослідження

ТЕМА. Різні види пам’яті

МЕТА: навчитися досліджувати різні види пам’яті й аналізувати отримані результати.

ОБЛАДНАННЯ ТА МАТЕРІАЛИ: картки на 20 клітинок з малюнками (*розробляються учнями за завданням учителя).*

Завдання 1

ТЕМА. Дослідження короткочасної пам’яті

ХІД РОБОТИ

1. Розгляньте картку з малюнками протягом 2 хв.

2. Закрийте картку з малюнками й упишіть словами в клітинки незаповненої картки (зробіть її самі) послідовність малюнків, зображених на кольоровій картці.

3. Відкрийте кольорову картку й перевірте свій варіант.

ВИСНОВОК

Які види пам’яті ви дослідили?

Завдання 2

ТЕМА. Дослідження довготривалої пам’яті

ХІД РОБОТИ

1. Упродовж 2 хв уважно розгляньте картку з геометричними фігурами.

2. Через 15 хв заповніть клітинки знаками, які ви запам’ятали.

3. Відкрийте заповнену картку й перевірте свій результат.

ВИСНОВОК

Які види пам’яті ви дослідили?

§ 52 ДРУГА СИГНАЛЬНА СИСТЕМА. БІОЛОГІЧНІ ОСНОВИ ПСИХІЧНОЇ ІНДИВІДУАЛЬНОСТІ ЛЮДИНИ

ОСНОВНІ ПОНЯТТЯ І ТЕРМІНИ: системи комунікації, мова, слово, периферичний і центральний апарати мови, індивідуальність, темперамент, типи вищої нервової діяльності, домінантність однієї з півкуль головного мозку.



Рис. 161. Кожний вид тварин має свою систему спілкування

Походження другої сигнальної системи й мови. Згадаймо, що сукупність нервових процесів, які виникають у результаті дії на органи чуттів конкретних подразників довкілля (світло, звук, запах, смак, дотик тощо), становлять зміст першої сигнальної системи, яка функціонує і у тварин, і в людини.

Чуттєве сприйняття довкілля створило у тварин кожного виду певні системи спілкування, або ***комунікації*** (з латин. *роблю спільним, поєдную*) (*рис. 161*). Наприклад, павіани гамадрили використовують десятки різних звуків, що зумовлюють у цих тварин відповідні інстинктивні й умовно-рефлекторні реакції. Кожний звуковий сигнал має відповідний зміст («небезпека», «тут їжа») і спричиняє конкретну реакцію.

Мабуть, подібні звукові сигнали сотні тисяч років тому стали основою для формування мови.



Рис. 162. Потреба в мові виникла внаслідок спільних трудових дій: полювання, передавання досвіду, виготовлення знарядь праці

Спочатку, коли мислення первісних людей нагадувало умовно-рефлекторну поведінку тварин і вони не усвідомлювали ані окремих предметів, ані явищ, ані навіть своїх дій, прості звукові сигнали слугували їм лише регуляторами певної поведінки. Де найбільше були потрібні ці сигнали? Звичайно, на полюванні. Щоб спіймати й убити велику тварину, необхідні були узгоджені дії всіх учасників полювання. Пізніше, зі зростанням потреб, первісна людина почала виробляти знаряддя праці й у неї виникла необхідність якось поділитися своїми вміннями та досвідом *(рис. 162)*.

Звукові сигнали ускладнювалися, поступово збільшувалася їхня кількість, ставали різноманітними інтонації, з якими їх виголошували. Один звук можна було чітко відрізнити від іншого. Він став відображати конкретний предмет, явище та дію. Цей звук поступово оформився в слово, а слово, за яким стояло певне поняття (мамонт, дощ, небезпека, печера, дитина), стало умовним подразником.

За І. Павловим, слово є одним із найсильніших подразників для людини, «сигналом сигналів». Слово — це й подразник, і підґрунтя другої сигнальної системи, яка є основою психіки людини, її мислення, свідомості. Слово є основою мови.

Як і психіка, мова людини може розвиватися тільки за умов виховання дитини в людському суспільстві.

Для становлення мови обов'язковими є навчання та праця. Слово набуває понятійного значення тільки тоді, коли людина усвідомлює, що воно відповідає не одному конкретному предмету або явищу. Що активніше вона навчається або працює, то вища в неї потреба в пізнанні та спілкуванні, усвідомленні та розумінні предметів і явищ довкілля, то більший у неї словниковий запас.

Для мовної функції обов'язковим є здоровий неушкоджений головний мозок, а для усної мови — ще й неушкоджений голосотвірний апарат і орган слуху.

Функції мови і слова. ***Мова*** — специфічна форма людської діяльності, що виникла в процесі суспільної праці як засіб спілкування, планування та регулювання довільної свідомої поведінки.

Мова — це система знаків для передавання, сприймання та застосування інформації.

За словом «ховається» знак (звук, літера) і поняття — зміст знака. Під час спілкування рідною мовою знаки й поняття збігаються. Коли ми говоримо «лелека», «чорногуз», «бусол», «гайстер», «бузько», то маємо на увазі одного й того самого птаха, що означає одне й те саме поняття. Різне звучання одного й того самого поняття для нас не має значення.

Слово й мова дають нам інформацію: про ознаки предмета, явища (круглий, широкий, низький, яскравий, гучний, неприємний); словами можна описати те, про що людина ніколи не чула, не бачила (інша справа, які образи при цьому виникатимуть у людини, яка ніколи не бачила описуване). Слухаючи пісні, оповідання, ми добре уявляємо, про що там ідеться. Можна висловити своє ставлення до людини, тієї чи іншої речі або явища (подобається сонячна погода та щирі люди, або: не люблю дощ і нещирість, заздрощі).

Словом можна відкрити іншій людині свій внутрішній світ, поділитися думками, почуттями та планами.

Мова й слово є чинниками розвитку людини й суспільства, бо вони дають змогу вчитися й накопичувати індивідуальні та колективні знання; зберігати їх за допомогою книжок, фільмів, комп'ютерів; обмінюватися інформацією.

Мова збагачує людину знаннями, набутими попередніми поколіннями. Мова й слово — регулятори поведінки людини й суспільного життя, бо вони є засобом спілкування.

За допомогою слів і мови виховують дітей. Одна мати вчить свою дитину: «Тебе вдарили, і ти вдар кривдника»; друга скаже: «Тебе вдарили, а ти відійди від кривдника»; третя порадить: «Поясни тій дитині, яка тебе вдарила, чому так робити не можна». У кожному з цих випадків результати виховання будуть різними.

Ніколи не забуваймо про значення слова для конкретної людини. Відомо, що добрим словом людину можна підтримати, сприяти її одужанню, а злим — тяжко вразити. Тому мова й слово є джерелом емоцій.

Фізіологічні механізми мови — це механізм умовно-рефлекторної діяльності кори великих півкуль головного мозку. Як фізіологічний подразник, слово існує в трьох формах: почуте, побачене, вимовлене.

Існує периферичний і центральний апарат мови.

Периферичний, або ***голосовий, апарат мови*** складається з трьох частин:

1) глотки, носової порожнини, носоглотки, язичка, піднебіння, язика, зубів і губ; 2) гортані (голосові зв'язки); 3) трахеї, бронхів, легенів.

Центральний апарат мови має декілька центрів у корі півкуль головного мозку.

Так, понад сто років тому французький учений ***П. Брока*** відкрив у звивині лобової частки лівої півкулі головного мозку ***моторний центр мови***, який відповідає за іннервацію апарату формування звуків мови (мовну артикуляцію, з латин. *роздільно вимовляти*). При ураженні цього центру (наприклад, унаслідок інсульту) хворий розуміє мову, а вимовляти слова не може. Трохи пізніше німецький учений ***К. Верніке*** виявив у звивині скроневої ділянки лівої півкулі ***центр розуміння мови***. При його ураженні людина може розмовляти, але не розуміє мови інших людей.

Інші мовні центри забезпечують процеси мовної пам'яті, мовні образи звукових і писемних мовних знаків, завдяки яким люди можуть накопичувати мовний досвід, збільшувати словниковий запас, поліпшувати граматичну побудову мови.

Між центрами мови й центральними ланками сенсорних аналізаторів легко утворюються тимчасові нервові зв'язки. Тому слово для нас — не просто набір звуків або літер, а певний образ. Наприклад, сказане чи написане слово *лимон* спричиняє умовно-рефлекторне виділення слини. Окрім того, слово для нас — чуттєвий образ, до якого ми маємо певне емоційне ставлення (подобається, не подобається, приємно, неприємно).

Індивідуальність кожної людини як особистості формується на ґрунті особливостей вищої нервової діяльності, які залежать від спадкових факторів; життєвого досвіду людини, її виховання та самовиховання; економічних і соціальних умов життя.

Безумовно, уроджені особливості нервової діяльності мають велике значення, але вчені й педагоги наголошують: відповідні умови життя та виховання завжди здатні змінити людину на краще, розвинути в ній найкращі людські якості та здібності, усунути негативні риси характеру, що «помилково» були закладені природою.

Це треба пам'ятати! Кожна людина має необмежену можливість до вдосконалення та самовдосконалення.

Неповторність кожної особистості виявляється в типах нервової діяльності, темпераменті, характері, обдарованості та здібностях.

Темперамент (з латин. *узгодженість, лад, належне співвідношення частин*) — це індивідуальна особливість людини, що проявляється в силі емоційних реакцій, а також у збудливості, урівноваженості, швидкості, ритмі й інтенсивності психічних процесів.

Учення про темперамент пов'язане з видатним давньогрецьким лікарем і філософом ***Гіппократом***. Він і його послідовники, наприклад римський лікар Гален, відстоювали так звану *гуморальну теорію* (з латин. *рідина*), згідно з якою темперамент визначається переважанням певних «соків» тіла: крові, жовчі та слизу (сюди давні лікарі відносили й лімфу).

На ґрунті цих поглядів сформувалося вчення про чотири типи темпераменту: *сангвінічний* (з латин. *кров, життєва сила*), *холеричний* (з грецьк. *жовч*), *флегматичний* (з грецьк. *слиз*) і *меланхолічний* (з грецьк. *чорний, похмурий* і *жовч*).

Нині вчення про темперамент має лише історичний інтерес, але його різновиди, описані Гіппократом, досить точно відповідають типам вищої нервової діяльності, що описав І. Павлов.

Типи вищої нервової діяльності та темпераменту. За І. Павловим, різні типи вищої нервової діяльності розрізняються за такими показниками:

• силою процесів збудження та гальмування в корі головного мозку;

• урівноваженістю процесів збудження та гальмування в корі головного мозку;

• рухливістю процесів збудження та гальмування в корі головного мозку (тобто швидкістю, з якою збудження може змінитися на гальмування й навпаки).

З комбінації вищезгаданих показників І. Павлов визначив чотири типи вищої нервової діяльності.

Перший тип — *жвавий* — характеризується повною врівноваженістю процесів збудження та гальмування в нервовій системі, а також значною силою й рухливістю цих процесів. Цей тип відповідає ***сангвінічному темпераменту*** *(рис. 163)*.

Така людина — сангвінік — бадьора, активна, діяльна, нудьгує без діла, комунікабельна, здебільшого має гарний настрій, оптимістичний погляд на життя, доброзичлива, нікого не ображає й нікому не заздрить, швидко забуває образи. Вона легко переживає невдачі та неприємності. Сангвінік — дуже емоційна людина, а тому має живу міміку й зазвичай сильно жестикулює, голосно розмовляє.



Рис. 163. Сангвінік Еней «був парубок моторний і хлопець хоч куди козак».

Негативний бік сангвініка — брак сили волі й певна поверховість, яка виявляється в навчанні та праці, поспішність у прийнятті рішень (можливі помилки). Сангвініки схильні до частої зміни своїх інтересів і захоплень; буває, що, тільки розпочавши якусь роботу, залишають її, бо в них уже з'явилося інше захоплення. Тому сангвініки повинні виховувати в собі такі якості: волю, стриманість, самовладання, більшу зосередженість у навчанні та праці, інших справах.

Другий тип — *нестримний, сильний, неврівноважений* — характеризується переважанням процесів збудження над гальмуванням. За класифікацією Гіппократа, він відповідає ***холеричному темпераменту*** *(рис. 164)*.

Холерику притаманний високий рівень нервово-психічної активності й енергійності дій (часто в праці він не знає міри, постійно кудись поспішає, йому завжди бракує часу, майбутнє цікавить його більше, аніж сьогодення), яскравість емоційних переживань.



Рис. 164. Д'Артаньян — типовий холерик

Холерик бурхливо й нестримно переживає радість і сум, схильний до протилежних настроїв, нападів дратівливості; іноді буває схильний до необміркованих учинків під дією афектів. Міміка та рухи холерика, як правило, різкі, різноманітні, мова — голосна. Якщо холерик — недостатньо вихована людина, то не може контролювати себе в складних ситуаціях, а тому його нестриманість і запальність може призводити до конфліктів з іншими людьми.

Самовиховання людини з холеричним темпераментом має спрямовуватися на виховання стриманості, самовладання, кращого ставлення до людей, доброзичливості.

Третій тип — *спокійний*, або *інертний* (з латин. *невправний, млявий*), — характеризується значною силою, урівноваженістю процесів збудження та гальмування, але малою рухливістю, деякою інертністю нервових процесів. За Гіппократом, він відповідає ***флегматичному темпераменту*** *(рис. 165)*.



Рис. 165. Бравий солдат Швейк — приклад флегматика

Флегматику властива порівняно низька активність поведінки. Хоча досить часто це людина дуже працьовита, завзята й наполеглива в роботі, але зазвичай надто некваплива в прийнятті рішень, важко переключається з однієї справи на іншу навіть тоді, коли це потрібно зробити терміново; як правило, не схильна до частої та різкої зміни настрою. Флегматик повільно обмірковує свої життєві плани й неквапно втілює їх у життя. Він має спокійну міміку, жести й мову.

За неправильного виховання у флегматиків може розвинутися некомунікабельність, замкненість, млявість, збідненість емоцій, схильність до педантизму — сліпого дотримання своїх звичок і правил, дріб'язковості.

Флегматикам дуже корисно займатися спортом, особливо його ігровими видами, частіше бувати в театрі, слухати музику, спілкуватися з людьми.

Четвертий тип — *слабкий* — характеризується слабкістю нервових процесів — як збудження, так і гальмування — з переважанням останнього. За Гіппократом — це ***меланхолічний темперамент*** *(рис. 166)*.



Рис. 166. Типовий меланхолік — П'єро

Для меланхоліків властиве швидке виснаження нервової системи, що може призводити до втрати працездатності. Меланхолік — дуже вразлива, слабовільна людина, яка часто страждає, переживаючи навіть невеликі неприємності.

Йому притаманна нерішучість, невпевненість у своїх діях і силах. Кожну невдачу він сприймає як трагедію, завжди очікує неприємностей — як від свого життя, так і від людей. Меланхолік боїться труднощів, легко підкоряється стороннім впливам. Міміка й жестикуляція меланхоліка бідні, маловиразні, мова тиха.

За неправильного виховання в меланхоліка можуть розвинутися такі негативні риси, як підвищена образливість, боязкість, нерішучість, замкненість, відстороненість від справ і колективу, схильність до тяжких внутрішніх переживань і неврозів. Тому меланхолікам дуже корисно займатися спортом, особливо тими його видами, які пов'язані з певним ризиком, розвитком мужності, яскравими емоціями (стрибки у воду, автомобільний, кінний спорт).

Відносність поділу вищої нервової діяльності та темпераменту на певні типи. Належність до того чи іншого типу вищої нервової діяльності не

абсолютна. Погляньте на людей, які вас оточують, і ви побачите, що «чистих» сангвініків, меланхоліків, флегматиків і холериків майже немає. Частіше зустрічаються люди, у яких є риси двох або навіть трьох темпераментів, причому одні ознаки виявлені яскравіше, інші — слабше, що значною мірою залежить від певної життєвої ситуації. Наприклад, спортсмен у колі сім'ї чи товаришів може поводитися флегматик, а в умовах спортивних змагань він виявляє риси, властиві холерику. Життєрадісний сангвінік через постійні невдачі може стати розгубленим і нерішучим меланхоліком. Тож індивідуальний темперамент людини — це складніше явище, аніж будь-який із чотирьох темпераментів, узятий окремо.

Не треба думати, що успадкований тип вищої нервової діяльності може фатально визначати здібності особистості, риси її характеру, інтереси та схильності, світогляд і переконання. Духовний розвиток людини значною мірою обумовлюється вихованням і самовихованням.

Функціональна домінантність однієї з півкуль головного мозку певною мірою визначає тип вищої нервової діяльності людини.

Ученим уже давно відомо, що обидві півкулі головного мозку мають однакову анатомічну й мікроскопічну будову й що права півкуля керує лівою половиною тіла, а ліва — правою. У більшості людей, тобто правшів, відносно домінує ліва півкуля, а в лівшів (шульгів) — права.

Іван Павлов одним із перших виявив, що в праворуких людей-мислителів, тобто осіб із переважно абстрактно-логічним мисленням, домінує ліва півкуля головного мозку, а в людей-художників, тобто осіб із переважно чуттєво-образним мисленням, — права *(рис. 167)*. Саме тому вчений дійшов висновку, що ліва півкуля більшою мірою аналізує сигнали другої сигнальної системи, а права — першої (у лівшів буває навпаки).

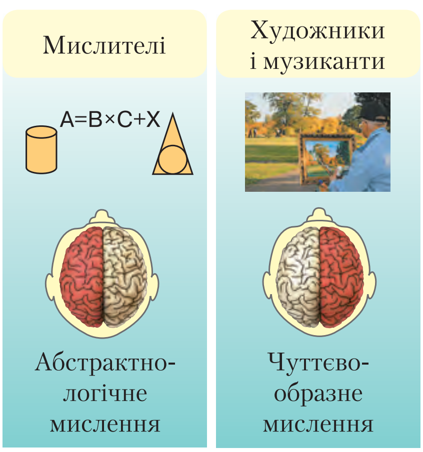


Рис. 167. У людей з абстрактно-логічним мисленням переважно домінує ліва півкуля, а в людей із чуттєво-образним мисленням — права

Наукові пошуки сучасних учених підтвердили думку І. Павлова. Дійсно, у всіх правшів і 70 % (за різними даними) лівшів у лівій півкулі відбувається сприйняття, переробка, аналіз і синтез сигналів другої сигнальної системи. Це пов'язано з тим, що саме в ній зосереджені центри усної мови, письма, читання, розуміння мови *(рис. 168, а)*. У лівій півкулі міститься також центр лічби та пам'яті на слова. Усе це характеризує її як відповідальну за абстрактно-логічне мислення. Водночас ліва півкуля є порівняно «неемоційною». Їй майже не підвладне формування чуттєвих образів. Наприклад, центр слуху аналізує звук як механічний сигнал, що має певну силу й висоту, однак він не відрізняє спів солов'я від кукурікання півня.

Права півкуля в правшів і 70 % лівшів відповідає за сприйняття, переробку, аналіз і синтез сигналів першої сигнальної системи. Це півкуля, де переважно формуються ***чуттєво-образне сприйняття*** світу, емоції, почуття, уява, настрій. Іван Павлов називав її *півкулею художників і музикантів*. Усі центральні ланки аналізаторів у правій півкулі чутливіші до відповідних подразнень, аніж у лівій. Центр слуху формує емоційно забарвлені слухові образи, він розрізняє відтінки звуків, інтонацію мови *(рис. 168, б)*. Тут є центр музичного слуху. Розподіл функцій між правою та лівою півкулями називається *функціональною асиметрією півкуль головного мозку*. Анатомічно півкулі абсолютно однакові, тобто симетричні. Тісний зв'язок першої та другої сигнальних систем здійснюється завдяки постійній взаємодії правої та лівої півкуль. Результатом цієї взаємодії є цілісне сприйняття людиною навколишнього середовища. Розподіл функцій між півкулями не є абсолютним. Він виникає в період індивідуального розвитку та є результатом засвоєння дитиною мови й удосконалення абстрактно-логічного мислення. Заняття образотворчим мистецтвом, музикою та співами впливає на розвиток правої півкулі, а отже, сприяє розвитку образного мислення й емоційної сфери людини.

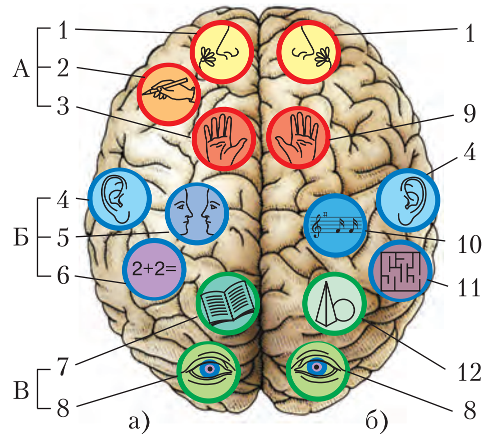


Рис. 168. Схема розміщення центрів, що відповідають за функції організму в корі головного мозку: ділянки головного мозку:

А — лобова, Б — тім'яна, В — потилична; а) ліва півкуля, б) права півкуля: 1 — функція нюху; 2 — функція письма; 3 — права рука — рух і відчуття дотику; 4 — слух; 5 — мова; 6 — лічба; 7 — читання; 8 — зір, 9 — ліва рука — рух і відчуття дотику; 10 — музикальність; 11 — орієнтування в просторі; 12 — сприйняття геометричних образів

Думаємо, розуміємо, відповідаємо. 1. Обґрунтуйте, чому слово стало умовним подразником великої сили. Дайте визначення поняття «мова». **2.** Обґрунтуйте інформаційну функцію мови та слова. **3.** Чому мова й слово є чинниками розвитку конкретної людини та суспільства? **4.** Доведіть, що мова є регулятором поведінки людини й суспільного життя. Наведіть приклади. **5.** Обґрунтуйте, чому мова є джерелом емоцій. Наведіть приклади. **6.** Як розвивається мова в дітей? **7.** Поясніть, на чому базується індивідуальність кожної людини як особистості. **8.** З'ясуйте взаємозв'язок між видами темпераментів і типами вищої нервової діяльності. **9.** Користуючись текстом і рисунками параграфа, дайте характеристику різних видів темпераментів. **10.** Поясніть відносну функціональну домінантність однієї з півкуль головного мозку.

Самостійна робота з підручником. 1. Знайдіть у тексті параграфа підтвердження взаємозв'язку між видами темпераменту та нейрогуморальною регу-

ляцією. **2.** Користуючись матеріалом параграфа, поясніть походження термінів «сангвінічний», «холеричний», «флегматичний», «меланхолічний».

Запитання для допитливих. 1. Знайдіть у літературі, як читання впливає на розвиток мови. **2.** Який тип темпераменту частіше мають люди, які хворіють на гіпертонічну хворобу? Обґрунтуйте відповідь. **3.** Як треба враховувати темперамент людини при виборі професії?

Домашнє завдання. 1. Поясніть явище надзвичайної збідненості мови в тих дітей, які багато часу дивляться телевізор (особливо «бойовики») і грають у комп'ютерні ігри. **2.** Визначте, обґрунтуйте й запишіть у зошит, який у вас тип темпераменту. Як ці знання можуть допомагати вам у навчанні, спілкуванні з батьками, товаришами? Чи є якісь негативні прояви вашого темпераменту? **3.** Подумайте, які висновки можна зробити, знаючи, яка з півкуль мозку у вас відносно домінує.

Дослідницький практикум № 5

ТЕМА. Визначення типу вищої нервової діяльності та властивостей темпераменту

МЕТА: визначити за допомогою тестування тип темпераменту та силу нервових процесів.

ОБЛАДНАННЯ: тест-опитувальник Г. Айзенка, що складається з 56 запитань, бланк для відповідей, ручка або олівець.

ХІД РОБОТИ

1. Вам пропонується відповісти на 56 запитань.

2. Прослухайте їх і дайте відповідь, чи погоджуєтеся ви з цим твердженням. Якщо погоджуєтеся, то в бланку для відповідей поряд із відповідним номером поставте знак «+», якщо ні — знак «–».

Пам'ятайте, що в тесті немає «поганих» і «хороших» відповідей. Кращою буде та відповідь, яка першою у вас виникла.

Тест-опитувальник Г. Айзенка

1. Відрізняєтеся непосидючістю.
2. Запальні й імпульсивні.
3. Найчастіше нетерплячі.
4. Ініціативні й рішучі.
5. Завзяті, навіть уперті.
6. Швидко орієнтуєтеся в суперечках, спритні.
7. Ритм вашої діяльності нерівномірний, стрибкоподібний.
8. Любите ризикувати.
9. Легко пробачаєте образи.
10. Ваша мова швидка й палка.
11. Часто страждаєте від своєї неврівноваженості.
12. Не терпите недоліків.
13. Вас захоплює все нове.
14. Ваш настрій часто змінюється.
15. Ви життєрадісна й весела людина.
16. Енергія б'є ключем, ви завжди зібрані.
17. Часто кидаєте розпочате на півдорозі.
18. Не завжди адекватно оцінюєте свої сили.
19. Ваші інтереси й захоплення часто змінюються.
20. До планів, що змінилися, і до нових обставин ви звикаєте легко.
21. Вам не важко відволікатися від своїх справ, ви швидко розбираєтеся в чужих проблемах.

22. Ретельна й копітка праця не для вас.
23. Ви чуйні, любите спілкування.
24. Ваша мова виразна й голосна.
25. Ви не панікуєте навіть у складних ситуаціях, у вас відмінне самовладання.
26. Легко засинаєте й швидко просинаєтеся.
27. Вам складно зосередитися, прийняти обмірковане рішення.
28. Ви непослідовні, неуважні.
29. Ви стримана й холоднокровна людина.
30. У своїх словах і справах ви послідовні.
31. Ви обережні й розважливі.
32. Витримані, умієте вичікувати.
33. Неговіркі, не любите пустих розмов.
34. Ваша мова розмірена, спокійна.
35. Ви грамотно розподіляєте свої сили.
36. У вас існує чіткий режим дня, ви плануєте свої справи.
37. Спокійно сприймаєте критику, байдужі до пліток.
38. Вам важко швидко переключитися на іншу діяльність.
39. З іншими людьми у вас рівні, добрі стосунки.
40. Акуратні, педантичні в дрібницях.
41. Вам складно пристосуватися до нових умов і планів, що змінилися.
42. Ви не любите багато рухатися, повільні.
43. Ви сором'язлива людина.
44. Нова обстановка викликає у вас збентеження.
45. Ви невпевнені в собі.
46. Самотність не обтяжує вас.
47. Невдачі й неприємності надовго виводять вас із рівноваги.
48. У складні життєві періоди ви замикаєтеся в собі.
49. Ви не надто витривалі, швидко втомлюєтеся.
50. Ваша мова тиха, іноді невиразна.
51. Ви автоматично переймаєте риси характеру співрозмовника та його манеру говорити.
52. Сентиментальні й вразливі.
53. У вас завищені вимоги до себе й навколишнього світу.
54. Вам властива деяка млявість і підозрілість.
55. Вас легко скривдити.
56. Вам приємно, коли люди співчувають вам.

3. Опрацювання результатів.

У тесті — 4 групи запитань, у кожній із них — 14 тверджень.

Перші 14 (з першого по чотирнадцяте твердження) описують холеричний темперамент. Друга група (15–28 твердження) характеризує сангвініка. Третя група (29–42 твердження) стосується флегматичного типу темпераменту. Четверта група (43–56 твердження) описує меланхолічний темперамент.

Якщо в якійсь із груп ви одержали більше 10 плюсів, то цей тип темпераменту у вас домінує. Якщо кількість плюсів — 5–9, то ці риси виражені у вас значною мірою. І якщо позитивних відповідей менше 4, то риси такого типу темпераменту слабко виражені.

ВИСНОВОК. Заповніть таблицю.

Тип темпераменту	Характеристика

§ 53 ЕМОЦІЇ. ВИДИ ЕМОЦІЙ. ФІЗІОЛОГІЧНІ МЕХАНІЗМИ. ПРОЯВИ ЕМОЦІЙ. ПСИХІЧНІ СТАНИ, ПОВ'ЯЗАНІ З ЕМОЦІЯМИ

ОСНОВНІ ПОНЯТТЯ І ТЕРМІНИ: емоції, позитивні та негативні емоції, механізми формування емоцій, периферичні компоненти емоцій, настрій, афект, неврози, воля.

Що таке емоції. Людина пізнає світ через відчуття й сприйняття, запам'ятовує, мислить і завжди має певне суб'єктивне ставлення до того чи іншого предмета або події.

Ми вболіваємо за героїв і героїнь книжок і кінофільмів, улюблена музика поліпшує наш настрій, ми радіємо несподіваній зустрічі з друзями, тобто реагуємо на все, що відбувається навколо нас. Незадоволення та вдоволення, радість і горе, страх, гнів, сором, співчуття, жалість, сум, любов, захоплення виражаються багатьма словами, які відображають емоції та почуття, що виникають у людини *(рис. 169)*.

Емоції (з латин. *хвилювати*) — це суб'єктивний стан людини чи вищої тварини, що виникає у відповідь на дію внутрішніх або зовнішніх подразників і проявляється у формі переживань.

Біологічна роль емоцій. У процесі еволюції емоції сформувалися як один із механізмів пристосування до змінних факторів довкілля та реакція на задоволення внутрішніх потреб. Одні подразники спричиняють позитивний емоційний стан, який організм намагається підсилити, подовжити чи повторити, інші — негативний, який організм намагається усунути чи послабити.

Найчастіше емоції з'являються тоді, коли вищі мозкові центри не можуть забезпечити адекватну відповідь на ситуацію, що склалася, тобто емоції виникають тоді, коли ми не знаємо, що треба робити в тій чи іншій ситуації.

Підготовлені до уроку учні не хвилюються, чого не можна сказати про школярів, які не підготували домашнє завдання й з напруженням чекають, що їх викличуть відповідати. Цей стан дістав назву «шкільний стрес». За постійної дії він негативно впливає на здоров'я.

Біологічне значення емоцій проявляється мобілізацією енергетичних ресурсів організму, необхідних для виконання дій, спрямованих на його збереження.



а) б) в) г)

Рис. 169. Види емоцій:

а) радість; б) задоволення; в) подив; г) сум

Так, тварина реагує на сотні різних небезпечних для неї подразників виробленням *єдиного емоційного стану* (наприклад, відчуття тривоги чи страху), що спричиняє *стандартну форму поведінки* (наприклад, утеча) і сприяє її виживанню. Страх у людини найчастіше виникає внаслідок впливу подій соціального характеру: перед екзаменами, спортивними змаганнями, в акторів — перед прем'єрою тощо.

Однак утеча не завжди означає порятунок для людини. Утекти й уникнути в такий спосіб небезпеки є для неї іноді виявом слабкого духу, боягузливості. Тому люди в складних ситуаціях мобілізують свою волю, резерви організму й демонструють дивовижну витримку та кмітливість.

Пристосувальна роль емоцій ґрунтується на тому, що вони мобілізують функції тих органів і систем організму, які забезпечують його найкращу взаємодію з довкіллям. Так, у 20-х роках XX ст. американський фізіолог ***Уолтер Кеннон*** довів, що емоції спричиняють збудження симпатичної частини вегетативної нервової системи й надходження в кров значної кількості ***адреналіну***. Це сприяє посиленню роботи серця, скелетних м'язів, прискоренню газообміну, обміну речовин, поліпшенню енергозабезпечення організму. Емоції також мобілізують усі розумові процеси, поліпшують пам'ять, загострюють увагу, відчуття й сприйняття *(рис. 170)*.

Емоції людини є основою набуття індивідуального життєвого досвіду (навчання). Виконуючи функції позитивного чи негативного підкріплення, вони сприяють закріпленню біологічно доцільних форм поведінки. Тому емоції людини — один із головних механізмів регуляції психічної діяльності й поведінки, спрямованих на задоволення її потреб.

Види емоцій. Розрізняють прості та складні емоції. Задоволення від уживання їжі, відчуття тепла чи неприємностей від утоми, болю — це ***прості емоції***. ***Складні емоції*** — захоплення, сум, співчуття, радість тощо.

Формування емоцій залежить від характеру людини, її досвіду та схильностей. Наприклад, хтось отримує задоволення від музики, театру, комусь більше подобаються спортивні змагання, когось захоплює краса природи, спів птахів тощо.

Складні емоції залежать від обставин, за яких вони виникають. Скажімо, страх — ніби проста емоція.

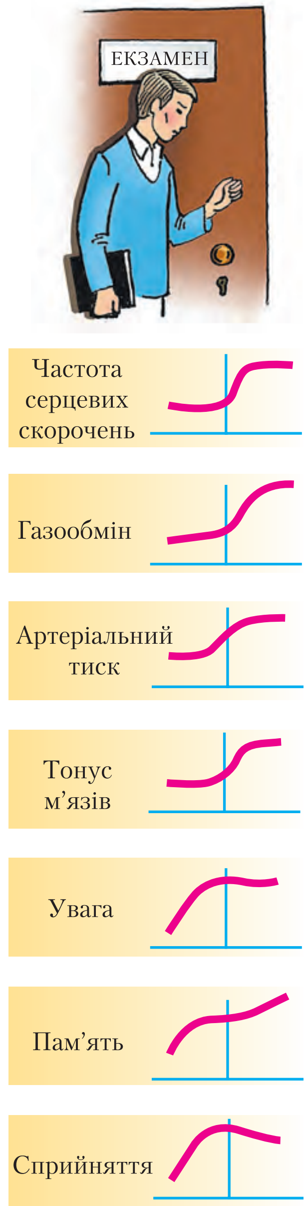


Рис. 170. Під дією емоційного збудження в кров надходить велика кількість адреналіну. Це приводить до мобілізації всіх резервів організму.



Рис. 171. Позитивна емоція виникла як результат досягнення мети



Рис. 172. Сміх продовжує життя

Однак якщо запитати, чи боїтеся ви ведмедів, то, напевно, замислитеся, бо одна справа — зустрітися зі звіром у лісі, а інша — побачити його за ґратами в зоопарку. Так, залежно від обставин, формуються різні емоції.

Вищі почуття — такі, що пов'язані із соціальною природою людини, яка живе в людському суспільстві, а тому притаманні тільки їй. Часто вони навіть суперечать її інстинкту самозбереження. До них належать моральні, розумові, пов'язані з діяльністю, естетичні почуття. Любов до Батьківщини належить до моральних почуттів.

Позитивні та негативні емоції. Треба сказати, що для всіх емоцій характерна полярність: кожна емоція за різних обставин має свою протилежність: «любов–ненависть», «радість–горе», «задоволення–незадоволення» тощо.

Позитивна емоція найчастіше виникає тоді, коли результати дії збігаються або навіть перевищують сподівані *(рис. 171)*. Навпаки, невідповідність результату дій очікуваному спричиняє негативні емоції, які мобілізують організм на здійснення нових цілеспрямованих дій.

Позитивні емоції — радість, захоплення, задоволення тощо — це такі, що створюють піднесений настрій *(рис. 172)*. Вони дуже важливі як життєвий стимул, що регулює поведінку й діяльність людини, сприяє збереженню здоров'я, високій працездатності та творчості. Зазвичай позитивні емоції виникають при досягненні людиною своєї мети, мрії.

Позитивні емоції зберігають і навіть поліпшують здоров'я людини. Видатний український хірург ***Микола Пирогов*** (1810–1881) ще в XIX ст. дослідив і описав таке цікаве явище: однакові рани загоюються по-різному в солдатів, які здобули перемогу (швидше), і в бійців, які зазнали поразки (повільніше).

Негативні емоції — страх, огида, страждання, жах, сором, гнів — також можуть стати джерелом енергійної діяльності людини, примушуючи її, переборюючи труднощі, досягати поставленої мети й згодом отримувати позитивні результати й емоції. Важливо тільки, щоб людина вміла правильно реагувати на них. Якщо негативна ситуація в її житті та негативні емоції, що при цьому виникають, тривають довго, це може призвести до порушень нервової діяльності й інших розладів здоров'я. Така тривала дія негативних подразників породжує розвиток негативного ***стресу***, або ***дистресу***. Під його дією в людини може зіпсуватися характер, розвинутися гіпертонічна хвороба або виразка шлунка тощо.



Микола Пирогов

Щоб цього не сталося, важливо вміти керувати своїми бажаннями й інстинктами, аби уникати ситуацій, які спричиняють негативні емоції.

Нейтральні емоції — подив, цікавість, які не впливають на настрій і здоров'я, але також спонукають до дій, що задовольняють потяг до знань, нових наукових відкриттів.

Механізми формування емоцій. У формуванні емоцій беруть участь підкіркові структури та кора великих півкуль головного мозку.

Серед підкіркових структур найбільше значення у формуванні емоцій мають: гіпоталамус, ретикулярна формація й утвори лімбічної системи: морський коник (гіпокамп) і мигдалеподібне тіло. Гіпоталамус і ретикулярна формація впливають на кору великих півкуль головного мозку, тонізують її.

Роль кори великих півкуль полягає в регуляції потоків збуджень, які надходять із підкіркових структур. Одні види збуджень, що формуються в підкіркових структурах, гальмуються, інші — підсилюються.

Участь кори великих півкуль головного мозку робить емоції й поведінку людини свідомо керованими. Однак це вже залежить від рівня її свідомості, характеру та виховання.

Участь кори великих півкуль проявляється також і тим, що найпотужнішим чинником емоцій стає слово та мова. Часто не якесь явище або подія здатні спричинити емоції, а й слово, його зміст або інтонація, з якою його промовлено.

Периферичні компоненти емоцій. Будь-яка емоція, що виникла в підкіркових структурах і була скоригована корою великих півкуль головного мозку, далі, у вигляді збудження, поширюється нервовими й гуморальними шляхами в низхідному напрямку на периферичні органи, змінюючи їх діяльність. Емоції в людини й вищих тварин супроводжуються характерною мімікою та позами. Ступінь зовнішнього виявлення емоцій пропорційний силі емоційного збудження. Зовнішні прояви емоцій є тонким індикатором емоційного стану та сигналом для певних представників виду й зрозумілими для представників інших видів.

Чому завжди присутній периферичний компонент емоцій? Це пояснюється тим, що будь-яка емоція пов'язана з гіпоталамусом, який, як ми знаємо, є вищим центром вегетативної регуляції. Окрім того, гіпоталамус самостійно та через гіпофіз керує всією ендокринною системою організму. Найбільше значення в проявах емоцій має його вплив через гіпофіз на мозковий шар наднирковиx залоз, який приводить до підвищення вмісту адреналіну та норадреналіну в крові.

Частина периферичних компонентів емоцій може контролюватися свідомістю. Наприклад, людина може довільно регулювати свою мову (приховувати хвилювання чи навпаки), поведінку, міміку, дихання, а іноді навіть сльозотечу. Однак існує багато периферичних компонентів емоцій, які довільно не контролюються: частота серцевих скорочень, газообмін, тонус гладеньких м'язів бронхів, кишечнику, райдужної оболонки (діаметр зіниці) тощо.

Зовнішній вияв емоцій — їхній важливий компонент. Збудження, яке виникає при формуванні емоційного стану, поширюється на м'язи обличчя та всього тіла й виявляється виражальними рухами, якими є ***міміка, пантоміміка*** (рухи всього тіла) і ***вокальна міміка*** — вияв емоцій в інтонації та тембрі голосу, швидкості мови. Вони не тільки свідчать про емоційний стан людини, а також є допоміжним засобом спілкування між людьми *(рис. 173)*.

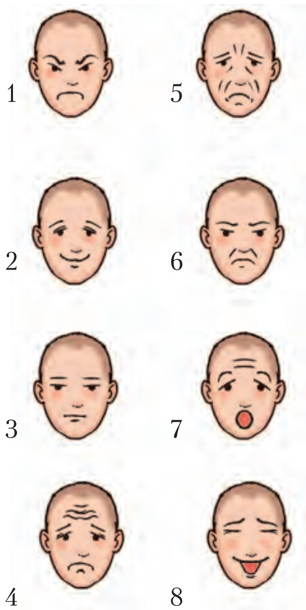


Рис. 173. Розмаїття міміки людини:

1 — агресія, жорстокість; 2 — задоволення; 3 — уважність; 4 — сум; 5 — горе; 6 — презирство, огида; 7 — здивування; 8 — радість

Настрій — це емоційний стан, що на деякий час забарвлює певними почуттями діяльність людини й формує життєвий тонус.

Настрій може бути радісний і сумний, бадьорий і млявий, збуджений і пригнічений, серйозний і легковажний тощо. Він значною мірою залежить від стану здоров'я. Хвора людина, як правило, постійно перебуває в поганому настрої. Здоровий спосіб життя, фізкультура, спорт зміцнюють не тільки тіло людини, а й водночас поліпшують її настрій, підвищують життєвий тонус *(рис. 174)*.

Афект (з латин. *хвилювання*) — це сильне, короткочасне емоційне збудження, коли людина втрачає здатність контролювати свої думки, дії та вчинки.

Стан афекту наближає людину до інстинктивних, імпульсивних дій тварин. У цей час активізуються підкіркові процеси, а кора головного мозку, що відповідає за керовану, свідому поведінку, — загальмована. Тому в стані афекту людина наче «втрачає голову» й здатна на такі вчинки, за які їй потім стає соромно.

Невроз — загальна назва нервово-психічних захворювань, що супроводжуються патологічними психічними станами (дратівливістю, нестійкими емоціями, розладами сну, різними фобіями або страхами) і соматичними розладами (неконтрольованими рухами кінцівок, м'язів обличчя, надмірним потовиділенням, нестабільністю роботи серця та інших внутрішніх органів).



Рис. 174. Настрій дитини залежить від ставлення до неї батьків

При неврозах головний мозок починає аналізувати сигнали, які не мають для організму важливого значення; до того ж реакція, що при цьому виникає, не відповідає їхній силі та якості. Так порушуються злагоджені механізми адаптації організму до зовнішніх і внутрішніх подразників.

Іван Павлов пов'язував виникнення неврозів із перенапруженням процесів збудження та гальмування в корі головного мозку й підкіркових структурах.

Причиною неврозів може бути одномоментна психічна травма (наприклад, смерть близької людини) або тривалі, які травмують психіку, ситуації та переживання: приниження, образа, страх, відчай, безвихідь, хвилювання за здоров'я.

Розумове перевантаження, утома, порушення режиму дня, куріння, уживання алкоголю та наркотиків — реальний шлях до неврозів.

Думаємо, розуміємо, відповідаємо. **1.** Дайте визначення поняття «емоції» й поясніть їхню пристосувальну роль. **2.** Поясніть, чому емоційна реакція зазвичай супроводжується напруженням симпатичної нервової системи та підвищенням адреналіну в крові. **3.** Обґрунтуйте значення емоцій у поведінкових реакціях організму. Наведіть приклади. **4.** Обґрунтуйте значення свідомих і несвідомих компонентів емоцій. **5.** Поясніть, від чого залежить формування складних емоцій. **6.** Визначте роль слова як чинника складних емоцій. Наведіть приклади. **7.** Визначте біологічне значення позитивних емоцій. **8.** Яке біологічне значення мають негативні емоції? **9.** Назвіть, які зовнішні прояви емоцій ви знаєте. **10.** Дайте визначення настрою. Від чого залежить настрій? Чи може людина керувати своїм настроєм? **11.** Поясніть, чому афекти часто свідчать про невихованість людини. **12.** Проаналізуйте зміст поняття «невроз» і його фізіологічні механізми. Обґрунтуйте причини виникнення неврозів.

Самостійна робота з підручником. Розгляньте *рис. 174* і поясніть, чому настрій дитини залежить від ставлення до неї батьків.

Запитання для допитливих. **1.** Чи згодні ви з таким твердженням, що багатство емоційного життя людини залежить від багатства її контактів із зовнішнім світом? **2.** Чому людина почувається краще, коли поплаче?

Домашнє завдання. **1.** Наведіть докази провідної ролі гіпоталамусу й гіпофізу у формуванні емоцій. Запишіть відповідь у зошит у вигляді схеми. **2.** Напишіть 10 пар протилежних емоцій. **3.** Перегляньте свій режим дня. Чи немає в ньому похибок, які можуть призвести до неврозу?

Це треба знати. Уживання алкоголю й наркотиків призводить до нездатності протидіяти негативним впливам і формує психічну й фізичну залежність людини від цих негативних пристрастей.

§ 54 ФІЗІОЛОГІЧНІ МЕХАНІЗМИ ТА ГІГІЄНА СНУ. БІОЛОГІЧНІ РИТМИ ЛЮДИНИ

ОСНОВНІ ПОНЯТТЯ І ТЕРМІНИ: сон, електроенцефалограма, фази сну, сновидіння, безсоння, біологічні ритми: уроджені, набуті, добові, місячні, сезонні; сонячна активність.

Сон — це життєво необхідний функціональний стан мозку та всього організму, що настає періодично й характеризується гальмуванням активної взаємодії організму з навколишнім середовищем і тимчасовим припиненням свідомої психічної діяльності.

Стан сну настає періодично, відповідно до біоритму «сон — активний стан (неспання)». Третину свого життя людина проводить у стані сну. Він дуже необхідний для людини й тварин. Дослідженнями встановлено, що позбавлення тварин сну на декілька діб призводить до їхньої загибелі. А розлади сну в людини спричиняють виснаження нервової системи й зниження працездатності.

Фізіологічні механізми сну. Іван Павлов установив, що сон і умовне гальмування за своєю природою — єдиний процес. Відмінність між ними полягає тільки в тому, що умовне гальмування під час активності охоплює лише окремі групи нейронів, а під час сну воно поширюється на кору півкуль головного мозку та підкіркові відділи *(рис. 175)*.

Учені не виявили в мозку центру сну, але вони зробили висновок, що існує функціональна система, яка забезпечує взаємодію процесів сну й активності. Так, було встановлено значення в регуляції процесів сну й активності *ретикулярної формації*, *гіпоталамуса* й *таламуса* та з'ясовано механізми взаємодії між ними й корою півкуль головного мозку. Стало відомо, що сигнали, які надходять із периферичних частин аналізаторів через ці структури в кору півкуль головного мозку, активізують її й підтримують стан активності. Зменшення інтенсивності цих сигналів, що настає періодично в певний час доби, спричиняє сон. Майже повне усунення цих сигналів, наприклад виключення ретикулярної формації завдяки снодійним препаратам, приводить до настання глибокого сну. Уважають, що значну роль у регуляції активності та сну відіграють *нейрохімічні процеси*.

Виявлено *нейромедіатори*, взаємодія між якими забезпечує певний стан організму. Так, активність підтримує нейромедіатор норадреналін, а сон — серотонін.

Фізіологічні зміни під час сну. Уві сні в організмі людини відбуваються такі найсуттєвіші процеси: зниження активності центральної нервової системи, зокрема кори великих півкуль головного мозку, вимкнення свідомості, зниження м'язового тонусу й усіх видів чутливості. Умовні та безумовні рефлекси загальмовуються. Щоб викликати в людини, яка спить, ту чи іншу рефлекторну реакцію, потрібно застосувати значно більшу силу подразнення, аніж у період неспання.

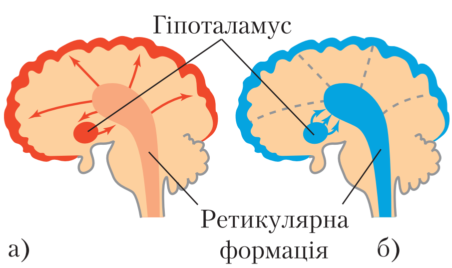


Рис. 175. Стан кори великих півкуль головного мозку та підкіркових структур під час активності (а) і сну (б)

Під час сну зменшується частота серцевих скорочень і надходження крові до тканин та органів (зокрема й до головного мозку), що супроводжується зниженням інтенсивності обміну речовин на 8–10 % та температури тіла на 0,5–1 ° С.

Під час сну в мозку людини відновлюються та синтезуються речовини, потрібні для її життєдіяльності: білки, жири, нейромедіатори тощо. «Хімічна лабораторія» мозку напружено працює саме вночі.

Згідно із сучасними уявленнями, сон для організму людини — не тільки відпочинок, а й праця, спрямована на переробку найрізноманітнішої інформації, накопиченої мозком протягом дня.

Уважають, що нова інформація, яка надійшла до головного мозку протягом дня, уві сні порівнюється з минулими враженнями, що зберігаються в пам'яті, аналізується, а іноді й докорінно переробляється. У сні новоутворені протягом дня нервові зв'язки поєднуються зі зв'язками, уже сформованими раніше. Інформація закріплюється й зберігається в механізмах довготривалої пам'яті. Через це, особливо за наявності домінуючого центру (наприклад, невирішеної наукової проблеми), до людини під час сну можуть «приходити» геніальні рішення. Так, Д. Менделєєву наснилася його періодична система хімічних елементів.

Про те, що робота мозку під час сну не припиняється, можна зробити висновок на підставі *біопотенціалів*, які відображають його біоелектричну активність. Електричні біопотенціали є результатом підсумовування біоелектричних процесів, що відбуваються в клітинах мозку та свідчать про його активну діяльність.

Електричні явища в живому організмі першим відкрив у 1791 р. італійський анатом і фізіолог ***Луїджі Гальвані***.

Біопотенціали мозку записують у вигляді ***електроенцефалограм*** (*енцефалум* з грецьк. *мозок*). Завдяки їм було з'ясовано, що мозок людини має різну біоелектричну активність у бадьорому стані, під час засинання та сну, а також виявлено наявність певних фаз сну. Це свідчить про те, що сон є складним і неоднорідним фізіологічним станом *(рис. 176)*.

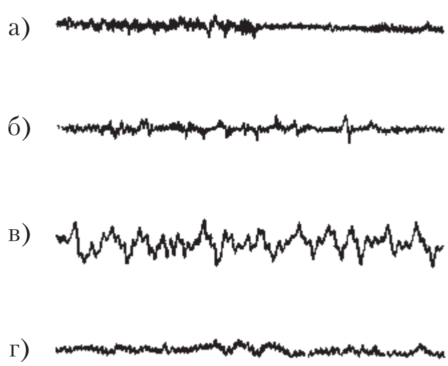


Рис. 176. Електроенцефалограма:

а) в активному стані; б) у стані засинання; в) у стані повільного сну; г) у стані швидкого сну

Фази сну. Фаза ***повільного сну*** — глибокий без сновидінь сон, що становить 75–80 % від усієї його тривалості. У цей час уповільнюється серцева діяльність, інтенсивність обміну речовин і процесів газообміну, зменшується температура тіла, розслаблюються скелетні м'язи, майже зникають усі види чутливості (дотикова, больова, слухова тощо). Мислення припиняється *(рис. 177)*.



Рис. 177. Повільний сон

Ця фаза сну має чотири стадії, що відрізняються за електроенцефалографічними фізіологічними показниками зростання глибини сну: від стадії дрімання до найглибшого сну.

Швидкий сон становить 20–25 % від усього сну. Під час цієї фази, порівняно



Рис. 178. Швидкий сон

з фазою повільного сну, трохи посилюється серцева діяльність і дихання, менш розслабленими стають скелетні м'язи, дещо збільшується чутливість, прискорюється обмін речовин і підвищується температура тіла. Однак зростає й гальмування певних ділянок кори головного мозку, тому людину важче розбудити. Вона починає бачити сни. Очні яблука при цьому швидко рухаються, наче людина переглядає кінофільм *(рис. 178)*.

Повільна та швидка фази сну змінюють одна одну декілька разів з проміжками 80–120 хв; за ніч спостерігається 4–6 таких циклів. Зазвичай із такими ж проміжками виникають сновидіння *(рис. 179)*.

Сновидіння — образні уявлення, нерідко дуже яскраві, фантастичні, емоційно забарвлені, виникають під час швидкого сну через те, що різні ділянки кори головного мозку гальмуються неоднаково. Деякі з них — перезбуджені (пригадаймо домінуючі центри кори головного мозку) — можуть майже не гальмуватися й підкоряти собі всі інші мозкові центри. Під час сновидінь можуть активізуватися сліди довготривалої пам'яті, пов'язані навіть із випадковими враженнями далекого минулого. Саме тому вві сні людина може розв'язати складне завдання або пригадати місцезнаходження потрібної речі, про що давно забула.

Характер снів залежить від ступеня емоційності людини, а також від того, яке мислення — образне чи абстрактне — у неї переважає.

Через гальмування певних зон кори головного мозку інші зони можуть стати чутливішими, аніж удень. Наприклад, людині, яка ніби добре себе почувала, уночі може наснитися сон про якусь хворобу. Це явище спричиняють слабкі імпульси від хворого органа, які вдень заглушені безліччю сильніших. Під час сну вони вільно, без перешкод потрапляють до певних центрів головного мозку. На такі сни необхідно звертати увагу.

Сновидіння бувають компактними в часі: за лічені секунди людині може наснитися значний проміжок життя з безліччю яскравих подій.

Безсоння і гігієна сну. Поки людина здорова, сон у неї настає вчасно, легко та природно. Однак якщо часто порушувати розпорядок дня — пізно

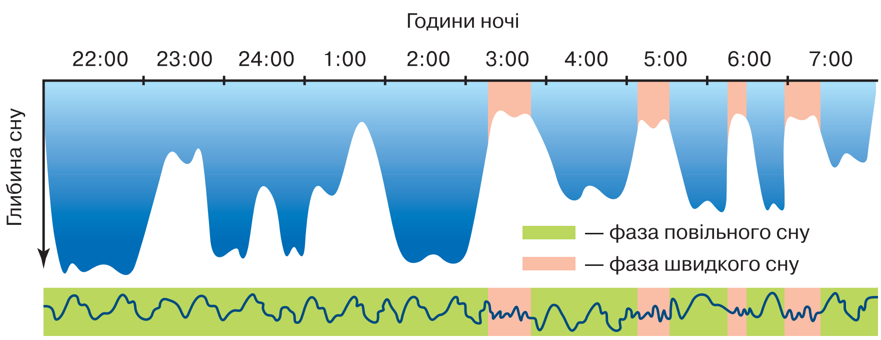


Рис. 179. Фази сну людини протягом ночі

лягати спати, працювати вночі або якщо нервова система перезбуджена денними емоційними хвилюваннями, різними шкідливими звичками чи за деяких захворювань (атеросклероз судин головного мозку, гіпертонічна хвороба), — може виникнути безсоння. Воно також є супутником гіподинамії.

Безсоння — це порушення нічного сну: утруднене засинання, надто раннє пробудження, часті прокидання серед ночі чи повне зникнення нічного сну. Воно виснажує людину. Через сонливість удень вона не може повноцінно навчатися або працювати, бо порушується увага, пам'ять, зменшуються навіть фізичні сили. У такому стані людина психічно надто вразлива, постійно роздратована, незадоволена собою, людьми чи обставинами життя. Усе це веде до розвитку неврозу.

Скільки годин має спати людина. Новонароджена дитина спить до 21 год на добу, у 6–12 місяців — 14 год, від року до чотирьох — 12, від 4 до 10 років — 10 год. Школярам, починаючи з 4 класу, треба спати 8–9 год, дорослій людині — не менше 7–8 год на добу.

Щоб мати здоровий, міцний сон, необхідно дотримуватися таких правил: лягати спати в один і той самий час, аби утворився умовний рефлекс; легка вечеря має бути не пізніше як за дві години до сну; потрібно уникати активної, збуджувальної діяльності за одну-дві години до сну; не пити на ніч кави чи міцного чаю; перед сном корисні прогулянки на свіжому повітрі, тепла ванна (37 °C) протягом 8–10 хв. Кімнату, де ви спите, треба добре провітрювати. Дуже корисно спати з відчиненою кватиркою.

У разі порушення сну можна пити відвари глоду, валеріани, кропиви собачої, меліси. Якщо ці засоби не допомагають, треба звернутися до лікаря.

Це треба пам'ятати! Не порушуйте режим сну. Дотримуйтеся правил гігієни сну.

Фізіологічні основи існування біологічних ритмів людини. Упродовж мільйонів років на всі живі організми Землі діє «зовнішній годинник»: за рік Земля обертається навколо Сонця, 28 днів Місяць обертається навколо Землі, 24 години Земля обертається навколо своєї осі. Ці процеси приводять до періодичної зміни освітлення, температури та вологості довкілля, зміни потоків сонячних променів, напруження електромагнітних полів тощо.

Щоб вижити, живому організму треба було пристосувати свої функції до природних ритмів *(рис. 180)*. Так упродовж еволюції виникла та спадково закріпилася доцільна пристосувальна реакція всього живого — ***біологічні***, або ***фізіологічні, ритми*** — періодичні ритмічні коливання всіх процесів життєдіяльності. Їхня роль полягає в синхронізації (від грецьк. префікса *син-*, що означає — *узгодженість*, і *хронос* — час) внутрішніх фізіологічних процесів і періодичних змін довкілля.

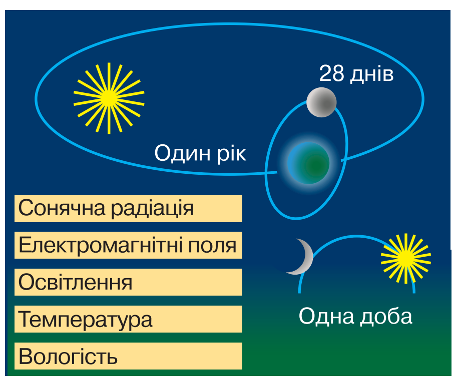


Рис. 180. Організм людини підпорядковується зовнішнім природним ритмам

Наприклад, у середніх широтах багато тварин узимку перебувають у стані сплячки, що допомагає їм легше пережити несприятливий період. Розбуджений узимку ведмідь здебільшого не доживає до весни.

Людина часто порушує споконвічний стан природи. Помічено, що масова загибель черепах біля морських берегів Австралії була пов'язана з яскравим освітленням уночі приморських вулиць. Вона припинилася, коли екологи добилися вимкнення нічних ліхтарів у цих районах.

Види біологічних ритмів. Існує велика кількість різних біологічних ритмів. Серед них є — набуті та вроджені.

Набуті біологічні ритми пов'язані із соціальною сутністю людей, зокрема з навчальною або трудовою діяльністю, і ґрунтуються на умовних рефлексах. Таким, наприклад, є щотижневий (7-денний) ритм. Помічено, що людина продуктивніше працює в середині тижня, аніж на його початку або в кінці. Переконливих даних про існування вроджених 7-денних ритмів учені не отримали. Найімовірніше, це звичка, що сформувалася в людства ще з давніх часів.

Уроджені біологічні ритми для людини є основними, бо вони закріплені в спадкових механізмах.

Добовий ритм — ритм із періодом *20–28 год* — найважливіший для адаптації людини й найстаріший з точки зору еволюції. Він є наче «диригентом» усіх інших фізіологічних ритмів.

Усі фізіологічні показники людини (понад 300) підпорядковані добовому ритму. Дуже важливим, на думку вчених, є періодичне надходження в кров певних гормонів (особливо адреналіну), поділ клітин крові переважно у вранішні години, активність ниркових клубочків між 3-ю год ночі та 6-ю год ранку, збільшення біоелектричної активності мозку між 8–13-ю год дня та 16–18-ю год вечора.

Найбільші відмінності у фізіологічних показниках спостерігаються в денні та нічні години. Особливо це стосується всіх видів обміну речовин та енергії. Температура тіла — наочний приклад цього. Так, уночі людина має найнижчий рівень обміну речовин і найнижчу температуру тіла, яка підвищується до ранку й досягає максимуму в другій половині дня. Уважають, що це регулює гіпоталамус.

Обмінний і температурний ритми повторюють усі інші фізіологічні системи організму: удень зростає частота серцевих скорочень, частішає дихання, підвищується артеріальний тиск *(рис. 181)*.

Щодня до моменту пробудження, начебто передбачаючи зростання активності організму, активізується симпатична нервова система (учені вважають, що вона «прокидається» ще до пробудження людини), і в крові зростає рівень адреналіну. Так заздалегідь формуються адаптаційні реакції для здійснення денної активної праці: частішають серцеві скорочення й дихання, трохи підвищується артеріальний тиск.

До вечора концентрація адреналіну в крові зменшується й активність усіх фізіологічних систем організму знижується. Зменшення концентрації адреналіну у вечірні години — обов'язкова умова сну. Якщо вона не знижується, виникають безсоння й тривога.

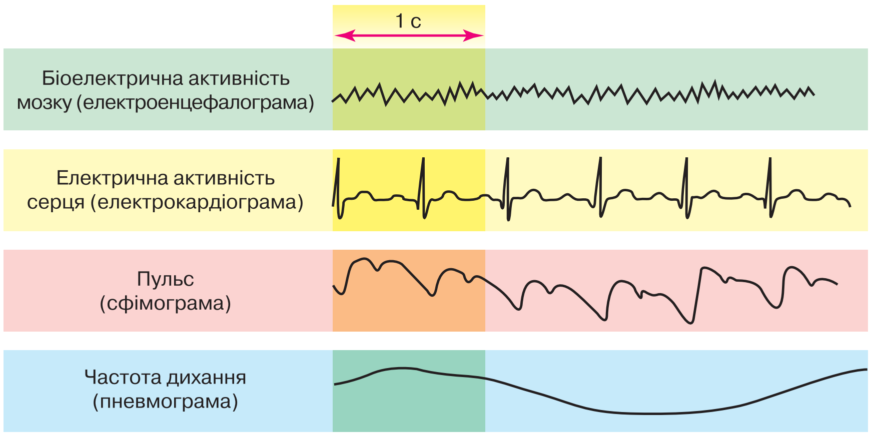


Рис. 181. Високочастотні біологічні ритми людини

Це треба пам’ятати! Алкоголь значно порушує добовий ритм. Учені з’ясували, що після вживання 300 мл горілки звичайний ритм повністю відновлюється лише на третю добу.

Значення добового ритму для режиму праці та відпочинку. Високої працездатності та хорошого самопочуття можна досягнути тільки за умови, коли ритм життя (режим) людини збігається з властивим її організму ритмом фізіологічних функцій. Тому кожна людина повинна вміти розумно організовувати режим праці та відпочинку, суворо дотримуватися сталого розпорядку дня, лягати спати та прокидатися в один і той самий час. Так само, в одні й ті ж години, треба вживати їжу.

Потрібно враховувати й те, що майже для всіх людей найвища працездатність настає між 8–13-ю та 16–18-ю год. Уночі працездатність знижується, особливо в інтервалі від 1-ї до 3-ї год. Робота в цей час є несприятливою для організму.

Індивідуальні особливості добового ритму та їхнє значення. Не всім притаманні подані вище добові коливання працездатності. Одні люди — їх називають *жайворонками* — мають високу працездатність протягом першої половини дня. Зазвичай уранці краще працювали письменники Л. Толстой, А. Чехов, Е. Хемінгуей. *Голуби* — ними є більшість людей, які працездатні в зазначені вище денні години. *Сови* — засинають пізно, уранці важко прокидаються, найпрацездатніші вони протягом другої половини дня або пізно ввечері чи навіть уночі. Так, часто вночі працювали Д. Менделєєв та О. де Бальзак.

Індивідуальні особливості добових ритмів по можливості треба враховувати в режимі праці та відпочинку, щоб ефективніше навчатися й працювати.

Місячні ритми найчастіше пов’язані з коливаннями гормональної активності. Найтиповішим серед них є менструальний цикл у жінок. У чоловіків помічені коливання росту бороди та вусів, статевої активності. Упродовж місяця дещо коливається маса тіла й працездатність.

Сезонна ритмічність. Восени лікарі спостерігають більшу схильність людей до стресових реакцій, хвороб серцево-судинної, травної та дихальної

систем, а в грудні–січні — найменшу кількість нервових і психічних хвороб. Весняні місяці спричиняють підвищення життєдіяльності, приплив сил, поліпшення самопочуття та гарний, оптимістичний настрій.

Вплив сонячної активності на організм людини. Приблизно 200 років тому вчені встановили, що через кожні 11,2 року спостерігається збільшення (приблизно в 10 разів) сонячної активності з підвищенням інтенсивності ультрафіолетового випромінювання. На Землі це проявляється магнітними бурями, різкими змінами атмосферного тиску, температури та вологості повітря, які супроводжуються зливами, грозами, посухами; зростає ймовірність землетрусів і повеней. Можуть поширюватися епідемії інфекційних і загострення хронічних хвороб.

Найгірше почувають себе в період підвищеної сонячної активності літні люди, хворі на серцево-судинні хвороби, особливо такі, як гіпертонічна й ішемічна, а також діти. Учені реєструють збільшення випадків різних порушень нервової, ендокринної, серцево-судинної, дихальної та психічної діяльності, масові сильні емоційні реакції людей. Виникають дискомфорт, порушення сну, втрачається апетит, підвищується температура.

Думаємо, розуміємо, відповідаємо. **1.** Дайте визначення поняття «сон». Поясніть, чому сон є життєво необхідним станом організму. **2.** З'ясуйте фізіологічні механізми сну. **3.** Доведіть, що робота мозку під час сну не припиняється, а за деякими показниками — навіть активізується. **4.** Поясніть фізіологічні механізми сновидінь і доведіть, що в снах немає нічого «таємничого». **5.** Що таке *безсоння*? Визначте його причини та наслідки. Назвіть правила, дотримання яких дає змогу людині мати здоровий сон. **6.** З'ясуйте фізіологічні основи біологічних ритмів людини. **7.** Визначте, чому добовий ритм найважливіший для організму людини. З якими фізіологічними процесами він пов'язаний? **8.** Обґрунтуйте, яке значення має добовий ритм для розпорядку дня кожної людини. **9.** Поясніть індивідуальні особливості добового ритму в різних людей. Обґрунтуйте, чи може сучасна людина суворо дотримуватися своїх індивідуальних особливостей добового ритму. **10.** Визначте вплив сонячної активності на організм людини.

Самостійна робота з підручником. **1.** Розгляньте *рис. 180* і поясніть, як організм людини підпорядковується зовнішнім природним ритмам. **2.** Поясніть, чому набуті фізіологічні ритми пов'язані із соціальною сутністю людини. Наведіть приклади (щодо робочого тижня, канікул, святкових і вихідних днів).

Запитання для допитливих. Чому люди позіхають? Поясніть фізіологічний механізм позіхання.

Домашнє завдання. **1.** Складіть пам'ятку-пораду запобігання безсонню. **2.** Визначте, хто ви — *жайворонок*, *голуб* чи *сова*. Порівняйте висновок із своїм режимом дня. Обміркуйте, як, не порушуючи дисципліни в школі, поліпшити свій режим дня й разом із цим — свою працездатність і самопочуття.

Це цікаво знати. Сон, що розвивається в людини і тварин під дією гальмівних умовних подразників, І. Павлов називав *активним*, протиставляючи йому *пасивний сон*, що виникає у випадку припинення або різкого обмеження притоку сигналів від органів чуттів до кори великих півкуль головного мозку.



ТЕМА 10
РЕГУЛЯЦІЯ ФУНКЦІЙ ОРГАНІЗМУ

§ 55 ГОМЕОСТАЗ І РЕГУЛЯЦІЯ ФУНКЦІЙ ОРГАНІЗМУ. НЕРВОВА ТА ГУМОРАЛЬНА РЕГУЛЯЦІЯ. ЇХ ВЗАЄМОЗВ'ЯЗОК

ОСНОВНІ ПОНЯТТЯ І ТЕРМІНИ: гомеостаз, ендокринна система, залози внутрішньої секреції, ефекторні та регуляторні гормони, нейрогормони, гіпоталамо-гіпофізарна система, зворотний зв'язок.

Гомеостаз. Ми вже неодноразово говорили з вами про явище ***гомеостазу.*** У цьому параграфі спробуємо узагальнити ваше уявлення про відносну сталість внутрішнього середовища й про механізми її підтримання.

Уперше думка про те, що сталість внутрішнього середовища забезпечує оптимальні умови для життя й розмноження організмів, була висловлена в 1857 р. французьким фізіологом ***Клодом Бернаром*** (1813–1878). Протягом усієї наукової діяльності вченого вражала здатність організмів регулювати й підтримувати в досить вузьких межах такі фізіологічні параметри, як температура тіла або вміст у ньому води. Це уявлення про ***саморегуляцію*** як основу фізіологічної стабільності він резюмував таким твердженням: «Сталість внутрішнього середовища є обов'язковою умовою вільного життя».

Клод Бернар підкреслював відмінність між зовнішнім середовищем, у якому живуть організми, і внутрішнім середовищем, у якому знаходяться їхні окремі клітини, і розумів, як важливо, щоб внутрішнє середовище залишалося незмінним. Так, наприклад, ссавці здатні підтримувати температуру тіла, незважаючи на коливання температури довкілля. Якщо стає занадто холодно, тварина може переміститися в більш тепле або більш захищене місце, а якщо це неможливо, починають діяти механізми саморегуляції, які підвищують температуру тіла й перешкоджають тепловіддачі. Адаптивне значення цього полягає в тому, що організм як ціле функціонує більш ефективно, бо клітини, з яких він складається, знаходяться в оптимальних умовах.



Клод Бернар

Назвати відносну сталість внутрішнього середовища організму гомеостазом запропонував американський фізіолог У. Кеннон у 1929 р.

Процеси, спрямовані на його підтримання, називають *гомеостатичними*. Це — сукупність складних пристосувальних реакцій, спрямованих на усунення або максимальне обмеження дії різних факторів зовнішнього або внутрішнього середовища, що можуть змінити внутрішнє середовище організму.

У підтриманні гомеостазу беруть участь усі фізіологічні системи, а регуляція цих процесів пов'язана з діяльністю нервової, гуморальної та, певною мірою, імунної системи. Роль нервової системи в регуляції вегетативних функцій була розглянута в темі 7.

Поняття про гуморальну та гормональну регуляцію. Хімічні сполуки, що надходять ззовні або утворюються в процесі обміну речовин (метаболіти й імунні тіла), можуть впливати на клітини організму, змінюючи перебіг різних процесів у ньому. Найчастіше цей вплив здійснюється через нервову систему. Хімічні рецептори, що розташовані в кров'яному руслі та безпосередньо в органах, сприймають зміни в показниках хімічного гомеостазу й запускають рефлекторні реакції, спрямовані на його відновлення. Регуляція функцій, обумовлена дією хімічних речовин, називається *гуморальною*. Такий механізм регуляції наявний у тварин різних рівнів організації, починаючи з одноклітинних.

Удосконалення механізмів гуморальної регуляції в процесі еволюції привело до виникнення гормональної регуляції, тобто до регулювання за допомогою спеціальних біологічно активних речовин-регуляторів — *гормонів* (з грецьк. *збуджую*). Ці речовини утворюються особливими залозами чи групами секреторних клітин, що не мають спеціалізованих вивідних проток, а виділяють свої секрети безпосередньо в кров. Тому їх називають *залозами внутрішньої секреції*, або *ендокринними залозами* (з грецьк. *внутрішній* і *виділяю*). Регуляцію функцій організму за допомогою гормонів називають *гормональною*, або *ендокринною*.

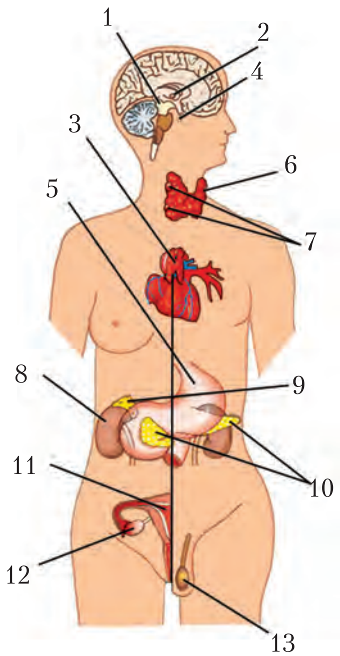


Рис. 182. Виробники гормонів:

1 — епіфіз; 2 — гіпоталамус; 3 — тимус; 4 — гіпофіз; 5 — шлунок і кишечник; 6 — щитоподібна залоза; 7 — паращитоподібні залози; 8 — нирка; 9 — надниркові залози; 10 — підшлункова залоза; 11 — плацента; 12 — яєчник; 13 — сім'яник

До залоз внутрішньої секреції належать: *гіпофіз, епіфіз, щитоподібна, паращитоподібні, підшлункова, надниркові, загрудинна, статеві (рис. 182)*.

Природа та дія гормонів. Є гормони, які безпосередньо діють на органи, — ***ефекторні гормони*** (тобто гормони, що змінюють функцію, викликають ефект). Друга група гормонів впливає на діяльність залоз внутрішньої секреції — це ***регуляторні гормони***. Особливу групу становлять гормони, що продукуються нервовими клітинами гіпоталамуса й регулюють утворення регуляторних гормонів, — ***нейрогормони***.

За хімічною природою розрізняють гормони стероїдні (жироподібні), похідні амінокислот і білкові. Механізм дії гормонів полягає в їхньому впливі на проникність клітинних мембран, активність ферментів у цитоплазмі клітин, діяльність органел клітини, зокрема ядра.

Гормони — надзвичайно активні хімічні речовини. Наприклад, грама інсуліну достатньо, щоб нормалізувати вміст глюкози в декількох тисяч людей. Або всього 0,0001 г гормону росту визначає зріст і фізичний розвиток людини протягом 20 років. Про більшість гормонів можна сказати, що людство за добу виробляє всього декілька грамів гормонів.

Гормони в організмі людини відповідають за поділ клітин; зумовлюють зріст та інші показники фізичного розвитку; регулюють обмін речовин; відповідають за різні захисні реакції організму; зумовлюють настання та перебіг вагітності, розвиток плоду; впливають на розумовий розвиток, емоційний стан людини та ін. Важко назвати такий процес в організмі, у якому б не брали участь гормони. Якщо залоза внутрішньої секреції виробляє стільки гормону, скільки потрібно організму, це називається *нормальною секрецією* (функцією), якщо більше — *гіперфункцією*, якщо менше — *гіпофункцією*.

Взаємозв'язок між нервовою та ендокринною системами. Діяльність ендокринної системи повністю підпорядкована нервовій системі. Основною керівною нервовою структурою є гіпоталамус. Він контролює підтримання гомеостазу за рахунок інформації, що надходить від рецепторів, розміщених у внутрішніх органах, кровоносних судинах і шлуночках мозку. З одного боку, через вегетативну нервову систему гіпоталамус впливає на діяльність внутрішніх органів, а з іншого — виділяє нейрогормони, що стимулюють або гальмують секрецію гіпофізом регуляторних гормонів. Вони визначають секреторну активність усіх інших ендокринних залоз і, отже, — їхній вплив на показники гомеостазу. Структурне утворення, що забезпечує взаємозв'язок гіпоталамуса й гіпофіза, називається *гіпоталамо-гіпофізарною системою (рис. 183)*. Інтенсивність утворення гормонів контролюється механізмом *«зворотного зв'язку»*.

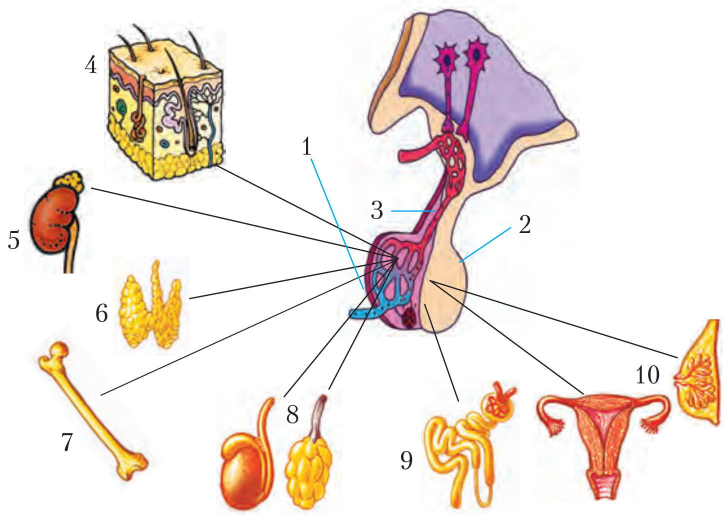


Рис. 183. Гормональний контроль:

1 — передня частка гіпофіза; 2 — задня частка гіпофіза; 3 — ніжка гіпофіза; 4 — шкіра *(меланоцитостимулюючий гормон)*; 5 — надниркові залози *(адренокортикотропний гормон)*; 6 — щитоподібна залоза *(тиростимулюючий гормон)*; 7— кістки *(соматотропний гормон росту)*; 8 — яєчко і яєчник *(фолікулостимулюючий, лютеїнізуючий гормони)*; 9 — ниркові канальці *(антидіуретичний гормон)*; 10 — м'язи матки та молочні залози *(окситоцин)*

Якщо залоза продукує надлишок гормону, то зміни, викликані його дією, через гіпоталамус і гіпофіз пригнічують утворення гормону й навпаки.

Ендокринна регуляція ефективно доповнює нервову. Відповідь на нервовий вплив проявляється майже миттєво, та вона не може бути довготривалою, бо нервові центри швидко втомлюються. Вплив гормонів повільний, бо зв'язаний з їхнім утворенням, вивільненням і транспортуванням кров'ю. Гормональна відповідь виникає через декілька секунд або навіть хвилин. Вона може бути довготривалою — від хвилини (адреналін, норадреналін) до години (гормони, що впливають на сечоутворення) і кількох років (статеві гормони).

Ще однією особливістю ендокринної регуляції є те, що відповідь на дію гормонів поширюється по всьому організму. Наприклад, під дією гормону підшлункової залози — інсуліну — вуглеводний обмін змінюється в кожній клітині організму. Нервовий вплив зазвичай чітко обмежений реакцією якогось одного органа. Наприклад, при надсиланні з центральної нервової системи збудження до певного м'яза скоротиться тільки він, а інші залишаться розслабленими.

Тому там, де потрібна швидка, короткочасна, місцева реакція, є ефективною нервова регуляція. Однак якщо потрібна тривала, усеохоплююча дія — без ендокринної системи не обійтися.

Думаємо, розуміємо, відповідаємо. **1.** Дайте визначення поняття «гомеостаз». **2.** Поясніть біологічне значення сталості внутрішнього середовища. Поясніть біологічне значення ендокринної системи для регуляції функцій організму людини. **3.** Визначте механізм взаємодії нервової та ендокринної систем. **4.** Поясніть відмінність і подібність між нервовою та ендокринною регуляцією функцій організму. **5.** Обґрунтуйте, за яких обставин потрібніша нервова, а за яких — ендокринна регуляція. **6.** Поясніть механізм дії гормонів.

Домашнє завдання. Складіть і запишіть у зошиті перелік відмінностей нервової та гуморальної регуляції функцій організму.

Це цікаво знати. Термін «гормон» запропонував англійський фізіолог Е. Старлінг ще в 1905 р. Хімічний склад гормонів різний. Гормони гіпофіза, підшлункової залози — білки, гормони кори надниркових і статевих залоз — жирової природи. Нині синтезовано багато гормонів, які застосовують як лікарські препарати при гіпофункції або при видаленні (наприклад, при утворенні пухлини) тих чи інших залоз внутрішньої секреції.

§ 56 ГІПОФІЗ, ЕПІФІЗ, ЩИТОПОДІБНА ЗАЛОЗА

ОСНОВНІ ПОНЯТТЯ І ТЕРМІНИ: гіпофіз, гормон росту, гігантизм, карликовість, меланотропін, епіфіз, мелатонін, щитоподібна залоза, тироксин, зоб, кретинізм, мікседема, базедова хвороба.

Гіпофіз (мозковий придаток) — це маленька, масою всього 0,5–0,6 г, залоза внутрішньої секреції, що міститься на дні черепа в турецькому сідлі. Гіпофіз сполучається з мозком за допомогою ніжки. Він складається з двох

часток: передньої — залозистого гіпофіза, або *аденогіпофіза*, і задньої — *нейрогіпофіза (рис. 183)*.

Функція *задньої частки гіпофіза* полягає у виділенні двох гормонів, що продукуються нервовими клітинами гіпоталамуса, накопичуються в нейрогіпофізі, а за необхідності виділяються в кров. Перший із них — *антидіуретичний гормон*. Він підвищує артеріальний тиск, тому має ще другу назву — *вазопресин*. Другий гормон *(окситоцин)* керує скороченнями матки під час пологів і виробленням молока молочними залозами.

Секреторна функція аденогіпофіза здійснюється під впливом нейрогормонів, що продукуються нейронами гіпоталамуса. Передня частка гіпофіза виробляє вісім гормонів. Два з них — *гормон росту (соматотропін)* і *меланотропін — ефекторні* гормони. Інші гормони — регуляторні й контролюють діяльність щитоподібної, надниркових і статевих залоз.

Гормон росту діє на процеси росту й поділу клітин тіла. Особливо чутливі до нього кісткова та хрящова тканини. Він насамперед сприяє збільшенню лінійних розмірів тіла.

Якщо внаслідок певних порушень у дитячому віці гіпофіз виробляє надто багато гормону росту, то розвивається ***гігантизм*** (зріст людини може досягати 280 см). При його нестачі в дитячому віці спостерігається ***карликовість***. Найменша жінка на землі мала зріст 59 см, а найменший чоловік — 67 см. Після 21 року продукування гормона росту припиняється *(рис. 184)*.



Рис. 184. Гігантизм і карликовість

Якщо в дорослої людини відбувається виділення цього гормону, розвивається ***акромегалія*** (від грецьк. *кінцівка* і *великий*). Унаслідок цього захворювання збільшуються розміри не всього тіла, а тільки окремих його частин — носа, підборіддя, язика, рук, ніг, вигляд людини спотворюється *(рис. 185)*.

Меланотропін впливає на пігментні клітини шкіри, стимулюючи утворення пігменту *меланіну,* завдяки якому шкіра темніє під впливом сонячного світла.



Рис. 185. Обличчя хворого на акромегалію

Епіфіз (шишкоподібна залоза) знаходиться в середньому мозку. У Стародавній Греції його вважали «центром душі людини». Однак тривалий час функції епіфіза були невідомі. У нижчих хребетних тварин — це «тім’яне око» — фоторецепторне утворення. Завдяки цій структурі тварини визначають зміну дня й ночі. У людини епіфіз виконує функцію біологічного годинника, що регулює відчуття добового біологічного

ритму. Він продукує гормон мелатонін. Цей гормон стримує розвиток статевих залоз і тим самим запобігає передчасному статевому розвитку. Пригнічення діяльності епіфіза в дітей спричиняє передчасний статевий розвиток і затримання росту внаслідок гальмівної дії на гіпофіз. Інформацію про рівень освітлення епіфіз отримує через нервові шляхи від органів зору.





Рис. 186. Ендемічний зоб (а), базедова хвороба (б)



Рис. 187. Кретин. Малюнок Д. Дідро, який уперше описав це захворювання на початку XIX ст.

Мелатонін, на відміну від меланотропіну, пригнічує утворення темного пігменту шкіри й викликає її посвітління. Порушення продукування цього гормона може призводити до побіління ділянок шкіри (вітиліго) або до надмірної пігментації.

Щитоподібна залоза — одна з найбільших залоз внутрішньої секреції людини. Вона розміщена перед трахеєю, має вагу 25–30 г, утворена двома частками, які з'єднані між собою перешийком.

Основний гормон щитоподібної залози — *тироксин*. До його складу входить Йод. Цей гормон активізує всі види обміну речовин у всіх органах і системах. Через порушення функції щитоподібної залози виникають тяжкі захворювання. Її робота контролюється гормоном гіпофіза *тиреотропіном*.

Збільшення розмірів щитоподібної залози називають ***зобом***. Якщо в питній воді певної місцевості не вистачає Йоду, необхідного для функціонування щитоподібної залози, відбувається збільшення її розмірів, виникає ***ендемічний зоб*** *(рис. 186, а)*. При цьому продукування гормону є недостатнім, унаслідок чого розвивається *гіпотиреоз*. Якщо це відбувається в дитячому віці, то призводить до затримки росту й розвитку недоумкуватості — ***кретинізму*** *(рис. 187)*.

У дорослої людини гіпофункція щитоподібної залози призводить до розвитку ***мікседеми***. Через нестачу гормону відбувається зниження обміну речовин, людина стає сонливою, млявою, загальмованою, у неї погіршується пам'ять і знижується працездатність, випадає волосся, шкіра стає сухою, збільшується маса тіла. Основною причиною цієї хвороби є також нестача Йоду в організмі.

Мешканцям йододефіцитних регіонів необхідно вживати йодовану сіль. Їм корисно їсти морепродукти.

Базедову хворобу (уперше вона описана німецьким ученим Карлом Базедовим) спричиняє підвищення функції (гіперфункція) щитоподібної залози. Під час перебігу цієї хвороби значно прискорюється обмін речовин, підвищується збудливість нервової системи, спостерігаються тремтіння кінцівок, схуднення *(рис. 186, б)*.

Це треба пам'ятати! Майже на всій території України в питній воді та продуктах харчування не вистачає Йоду.

Думаємо, розуміємо, відповідаємо. **1.** Поясніть особливості будови та функції гіпофіза. **2.** З'ясуйте механізм дії гормонів гіпофіза. **3.** Визначте, унаслідок чого виникає порушення функцій гіпофіза. **4.** Визначте й обґрунтуйте значення епіфіза для організму людини. **5.** Яка частина головного мозку є водночас і відділом центральної нервової системи, і головним регулятором діяльності залоз внутрішньої секреції? **6.** Визначте взаємозв'язок будови та функцій щитоподібної залози. З яких відділів складається щитоподібна залоза? **7.** Поясніть, до яких наслідків призводять захворювання щитоподібної залози. **8.** Коли виникають і чим проявляються ендемічний зоб, мікседема, базедова хвороба?

Запитання для допитливих. Поясніть, чому гіпофіз називають «диригентом оркестру залоз внутрішньої секреції».

Домашнє завдання. Користуючись додатковою літературою, аргументовано доведіть необхідність постійної профілактики йододефіцитних захворювань в Україні.

Це треба знати. Удар по голові може спричинити гігантизм або акромегалію, на все життя спотворити тіло й обличчя людини.

§ 57 ПАРАЩИТОПОДІБНІ, ПІДШЛУНКОВА, НАДНИРКОВІ, СТАТЕВІ ЗАЛОЗИ, ТИМУС

ОСНОВНІ ПОНЯТТЯ І ТЕРМІНИ: паращитоподібні залози, паратгормон, підшлункова залоза, інсулін, глюкагон, глікоген, надниркові залози, адреналін, норадреналін, кортикостероїди, статеві залози, андрогени, естрогени, гонадотропін, тимус, тимозин, цукровий діабет.

Паращитоподібні залози (з грецьк. *біля*) містяться на задній або бічних поверхнях щитоподібної залози. Це дуже маленькі, подібні до горошинок залози масою по 0,5–0,8 г кожна. Вони секретують тільки один гормон — *паратгормон*. Він регулює вміст Кальцію й Фосфору в плазмі крові. Гіперфункція паращитоподібних залоз призводить до розм'якшення кісток і руйнування скелета.

Коли гормону паращитоподібних залоз не вистачає, Кальцій надмірно накопичується в кістках, хрящах і зв'язках, порушуючи їхні функції. Через нестачу Кальцію в крові підвищується збудливість нервової системи та м'язів, у людини виникають судоми.

Функція паращитоподібних залоз регулюється безпосередньо дією іонів Кальцію на залозисту клітину. Зниження його концентрації в крові нижче міліграма є стимулом для виділення паратгормону, який підвищує реабсорбцію Кальцію в нирках, усмоктування його з кишечнику, а за необхідності — вивільнення його з кісток.

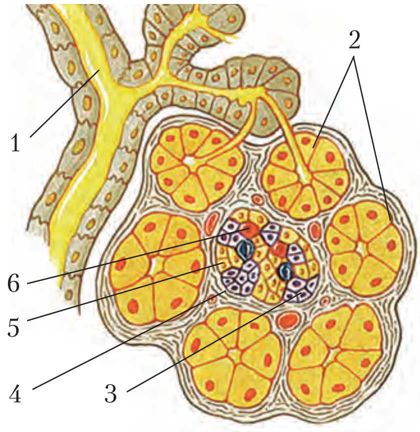


Рис. 188. Будова тканини підшлункової залози:

1 — протока; 2 — травні залози; 3 — альфа-клітини; 4 — острівець Лангерганса; 5 — бета-клітини; 6 — дельта-клітини

Підшлункова залоза — це залоза змішаної секреції. Як залоза зовнішньої секреції вона продукує травні ферменти й виділяє їх у дванадцятипалу кишку. А як залоза внутрішньої секреції виробляє й виділяє в кров *інсулін* і *глюкагон* — гормони, що регулюють обмін вуглеводів. Вироблення гормонів забезпечують клітини острівців підшлункової залози (острівців Лангерганса) *(рис. 188)*.

Інсулін сприяє зниженню рівня глюкози в крові внаслідок збільшення проникності клітинних мембран до неї. Глюкоза — основне джерело енергетичного забезпечення організму та єдине таке джерело для мозку. Тому її концентрація в крові підтримується на постійному рівні в межах 0,8–1,1 г/л. Надлишок глюкози, який виникає внаслідок усмоктування її з кишкового тракту, під впливом інсуліну перетворюється на *глікоген* — тваринний крохмаль. Основна його маса накопичується в печінці.

Глюкагон сприяє перетворенню глікогену на глюкозу, у результаті чого її рівень у крові зростає. Аналогічно на концентрацію цукру в крові впливає адреналін.

Основним регулювальним фактором утворення гормонів підшлункової залози є концентрація глюкози в крові. Її збільшення підсилює продукцію інсуліну, зменшення — глюкагону.

Зниження концентрації глюкози нижче 0,5 г/л призводить до розладів діяльності нервової системи, настає гіпоглікемічна кома й смерть. Вивести людину з такого стану може внутрішньовенне введення глюкози. Збільшення концентрації глюкози вище 1,8 г/л (гіперглікемія) призводить до її втрат із сечею, ще вища концентрація також може викликати коматозний стан внаслідок підвищення осмотичного тиску крові.

Порушення продукування інсуліну призводить до розвитку захворювання на *цукровий діабет.* Він був відомий ще давнім грекам і римлянам. Такі хворі відзначалися слабкістю, пили багато води. До XX ст. діагноз «цукровий діабет» означав смертний вирок. Нині мільйони людей страждають на цю хворобу, та завдяки щоденному введенню інсуліну вони можуть жити й працювати. Інсулін отримують із підшлункових залоз тварин.

Надниркові залози розміщені на верхівках нирок. У них розрізняють зовнішній корковий шар і внутрішній мозковий *(рис. 189)*.

Корковий шар продукує велику кількість гормонів — *кортикостероїдів,* які за фізіологічною дією поділяються на *мінералокортикоїди,* які регулюють водно-сольовий обмін; *глюкокортикоїди,* що впливають на обмін білків, жирів і вуглеводів; *статеві* (андрогени, естрогени), які відіграють важливу роль

у розвитку статевої системи дітей, коли функція статевих залоз ще недостатня. Після статевого дозрівання їх роль стає незначною. Утворення кортикостероїдів контролюється гормоном аденогіпофіза *адренокортикотропним* гормоном (АКТГ).

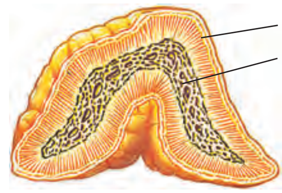


Рис. 189. Будова надниркової залози:
1 — корковий шар;
2 — мозковий шар

Мозковий шар надниркових залоз є частиною *симпато-адреналової* системи. Він утворений видозміненими нервовими клітинами симпатичної нервової системи. Ці клітини забезпечують секрецію гормонів *адреналіну* та *норадреналіну*, яка знаходиться під контролем вегетативної нервової системи та її вищого нервового центру — гіпоталамуса. У секреті мозкового шару міститься 70–90 % адреналіну. Ці гормони забезпечують термінову мобілізацію ресурсів організму та підвищення м'язової працездатності й виживання організму в надзвичайних умовах, тобто в умовах стресу. Їх вплив супроводжується підвищенням артеріального тиску крові, активізацією роботи серця, збільшенням вмісту глюкози в крові, підвищенням тонусу скелетних м'язів тощо.



Рис. 190. Вилочкова залоза

Тимус (вилочкова залоза) міститься за грудниною, їй належить провідна роль у розвитку імунітету *(рис. 190)*. Зазвичай вона добре розвинена в дітей, а після статевого дозрівання поступово зазнає зворотного розвитку. Функції залози остаточно не з'ясовані. Основна речовина, що нею секретується, — *тимозин*. Під його впливом відбувається формування Т-лімфоцитів. Установлено, що розвиток імунодефіцитних захворювань, зокрема СНІДу, пов'язаний із порушеннями функції тимуса.

Думаємо, розуміємо, відповідаємо. **1.** Визначте взаємозв'язок будови та функцій паращитоподібних залоз. **2.** До яких наслідків призводять порушення функцій паращитоподібних залоз? **3.** Визначте взаємозв'язок будови та функцій підшлункової залози. **4.** Обґрунтуйте, чому підшлункову залозу називають *залозою змішаної секреції.* **5.** Визначте взаємозв'язок будови та функцій надниркових залоз. **6.** Які функції статевих залоз ви знаєте? **7.** Яка залоза внутрішньої секреції атрофується до моменту статевого дозрівання? **8.** Що ви знаєте про будову та функції вилочкової залози?

Самостійна робота з підручником. Заповніть таблицю в зошитах.

Залоза внутрішньої секреції, її гормони	Фізіологічна дія

Домашнє завдання. Складіть схему дії гормона паращитоподібної залози на обмін Кальцію в організмі.

Це треба знати. Підвищена спрага, часте сечовипускання, гнійники на тілі можуть бути ознаками цукрового діабету.

§ 58 СТАТЕВІ ЗАЛОЗИ. УТВОРЕННЯ СТАТЕВИХ КЛІТИН

ОСНОВНІ ПОНЯТТЯ І ТЕРМІНИ: гонадотропні гормони, естрогени, андрогени, яєчники, яйцеклітина, овогенез, яєчка, сім'яні канальці, сперматозоїди, сперматогенез.

Статеві залози чоловіків і жінок належать до залоз зовнішньої та внутрішньої секреції (змішані залози). Зовнішньосекреторна функція полягає в тому, що вони виробляють статеві клітини: чоловічі — сперматозоїди, жіночі — яйцеклітини. На внутрішньосекреторну функцію статевих залоз впливають *гонадотропні* гормони аденогіпофіза та статеві гормони надниркових залоз.



Рис. 191. Яєчник у розрізі:

1 — недозрілі фолікули;
2 — граафів міхурець;
3 — мозкова речовина;
4 — коркова речовина

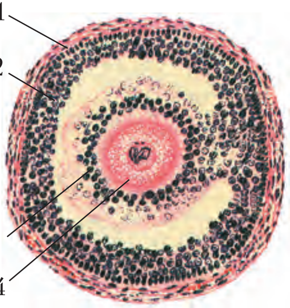


Рис. 192. Граафів міхурець:

1 — оболонка фолікула;
2 — зернистий шар;
3 — променистий вінець;
4 — яйцеклітина

Жіночі статеві залози — *яєчники* — виробляють *естрогени* (з грецьк. *прагнення* та *походження*), які також відповідають за вторинні жіночі статеві ознаки: характерний жіночий голос та ін. Одна група естрогенів відповідає за менструальний цикл, інша — за нормальний перебіг вагітності та підготовку молочних залоз до годування новонародженої дитини. У нормі чоловічі статеві залози виробляють невелику кількість естрогенів, а жіночі — андрогенів.

Чоловічі статеві залози називаються *яєчками*. Вони продукують чоловічі статеві гормони — *андрогени* (з грецьк. *чоловік*), які зумовлюють вторинні статеві ознаки чоловіка — низький голос, ріст вусів і бороди тощо.

Яєчник *(рис. 191, 192, 210)* — парна жіноча статева залоза масою 6–8 г, розміщена по обидва боки від матки. Він належить до залоз змішаної секреції: як залоза внутрішньої секреції — виробляє під контролем гіпоталамуса й гіпофіза гормони, що регулюють процеси дозрівання яйцеклітини, запліднення, розвиток плоду в матці, період вагітності, пологи та зумовлюють вторинні жіночі статеві ознаки (розвиток молочних залоз, оволосіння тіла за жіночим типом, жіночий голос); як залоза зовнішньої секреції — забезпечує утворення жіночих статевих клітин — яйцеклітин.

Новонароджена дівчинка вже має більше мільйона первинних яйцеклітин (овоцитів). Усі вони занурені в особливі міхурці з рідиною — *фолікули* (з латин. *мішечок, рис. 191, 192*). Дві третини яйцеклітин гинуть ще до того, як дівчинка досягне періоду статевого дозрівання, а всього протягом

життя в жінки дозріває 400–500 яйцеклітин. Коли відбувається статеве дозрівання дівчинки, вона стає дівчиною, оскільки в її організмі починають утворюватися зрілі яйцеклітини.

На розрізі яєчника *(рис. 191)* можна побачити дозрілі й недозрілі фолікули, у яких, неначе в «інкубаторі», дозрівають яйцеклітини. Дозрілий фолікул із дозрілою яйцеклітиною називається *граафовим міхурцем (рис. 192)* на честь голландського анатома й фізіолога ***Реньє Граафа***.

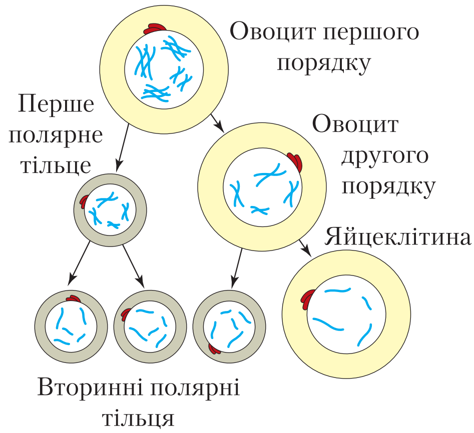


Рис. 193. Схема утворення дозрілої яйцеклітини (овогенезу)

Овогенез *(рис. 193)*. У вищих тварин і людини яйцеклітина — це велика (приблизно 100 мкм) клітина, нездатна (на відміну від сперматозоїда) самостійно рухатися. У ній міститься багато запасів поживних речовин (білків, жирів, вуглеводів), необхідних для розвитку зародка.

Процес утворення й дозрівання яйцеклітини називається *овогенезом* (з латин. *яйце*). Овогенез відбувається шляхом мейозу.

Яйцеклітини дозрівають у яєчнику, і цей процес у жіночому організмі починається ще до народження. Під час дозрівання плоду первинні статеві клітини діляться шляхом мітозу, утворюючи багато клітин, які називаються *овогоніями*. Вони також діляться, унаслідок чого й утворюються овоцити першого порядку. На такому етапі вони перебувають від народження дівчинки до її статевого дозрівання. Тоді розпочинається наступний етап дозрівання яйцеклітин, який відбувається шляхом мейозу.

Перший поділ мейозу супроводжується нерівномірним поділом цитоплазми, унаслідок чого з овоциту першого порядку утворюється велика клітина — овоцит другого порядку та маленька клітина, що називається *першим полярним тільцем*.

Після другого поділу мейозу утворюється дозріла яйцеклітина з гаплоїдним набором хромосом, здатна до запліднення, а також — друге полярне тільце. Полярні тільця не відіграють ніякої ролі в овогенезі й невдовзі руйнуються.

Овогенез починається ще задовго до народження дитини й повністю закінчується після виходу яйцеклітини з граафового міхурця в маткових трубах.

Яєчко *(рис. 194, 195, 212)* — парна чоловіча статева залоза змішаної секреції, що виробляє чоловічі статеві клітини — сперматозоїди, або сперматозоони (зовнішньосекреторна функція), і чоловічий

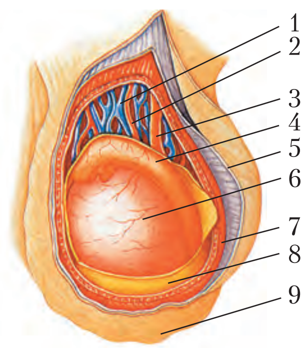


Рис. 194. Статева чоловіча залоза:

1 — вена; 2 — артерія; 3 — сім'явиносна протока; 4 — придаток яєчка; 5 — фасція; 6 — яєчко; 7 — м'ясистий нерв; 8 — піхвова оболонка; 9 — шкіра калитки

статевий гормон тестостерон (внутрішньосекреторна функція). Яєчка розміщені в шкірно-м'язовому мішечку — мошонці *(рис. 194, 212)*. У плоду вони формуються в черевній порожнині й відразу ж після народження або протягом 1–2 тижнів опускаються в мошонку. Якщо це не відбулося, батькам дитини треба звернутися до лікаря.

Яєчко — це утворення овальної форми об'ємом 15–25 $см^3$ і масою 20–30 г. Зовні вкрите сімома оболонками. Цей комплекс оболонок має велике біологічне значення, бо слугує збереженню певної сталої температури яєчка, потрібної для утворення сперматозоїдів, які можуть повноцінно розвиватися лише за температури на 2–3 °С нижчої від температури внутрішніх органів. Тому чоловікам не бажано носити надто щільну білизну, часто приймати гарячу ванну.

Кожне яєчко складається приблизно з тисячі звивистих сім'яних канальців загальною довжиною до 300–400 м. При статевому дозріванні в сім'яних канальцях яєчок починають утворюватися сперматозоїди. З яєчок вони надходять до придатків, де відбувається їхнє дозрівання впродовж 80 діб *(рис. 195, 212)*.

Придаток яєчка — це згорнута спіраллю трубка (у розгорнутому вигляді її довжина становить майже 6 м), що проходить по задній частині яєчка. Від кожного придатка починається сім'явиносна протока. Наприкінці вони з'єднуються з протоками сім'яних міхурців і відкриваються в сечівник. Саме тут сечовий шлях об'єднується зі статевим (звідси й назва — сечостатева система). Секрети придаткових статевих залоз разом із сперматозоїдами утворюють сперму.

Сперматогенез *(рис. 196)*. *Сперматозоїди* (з грецьк. *сім'я* та *життя*) — дозрілі гаплоїдні чоловічі статеві клітини *(рис. 197)*. Уперше їх відкрив у спермі ссавців у 1677 р. нідерландський природознавець ***Антоні ван***

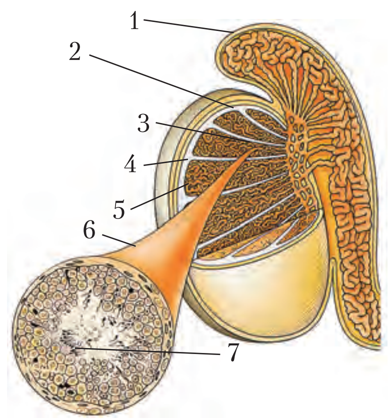


Рис. 195. Будова яєчка:

1 — придаток яєчка; 2 — виносні канальці яєчка; 3 — прямі канальці; 4 — білкова оболонка та перетинки; 5 — часточка; 6 — звивистий каналець (витягнутий і збільшений); 7 — дозріла сперма

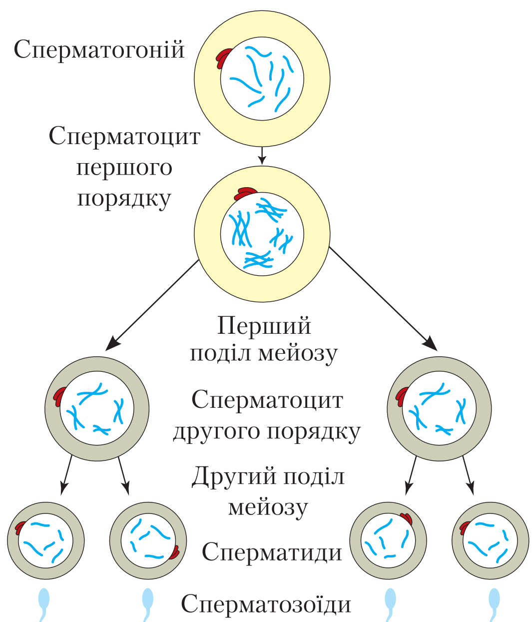


Рис. 196. Схема утворення сперматозоїдів (сперматогенез)

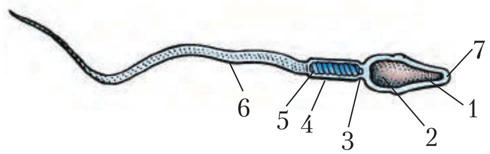


Рис. 197. Будова дозрілого сперматозоїда:
1 — головка; 2 — ядро; 3 — центріоль; 4 — шийка; 5 — мітохондрії; 6 — хвостик (джгутик); 7 — акросома

Левенгук. А термін «сперматозоїд» у 1827 р. запропонував естонський учений ***Карл Бер***.

На відміну від жіночого, у чоловічому організмі статеві клітини починають утворюватися лише з періоду статевого дозрівання (12–15 років), а припиняється цей процес після 65–70 років. Сперматозоїди утворюються в результаті процесу сперматогенезу *(рис. 196)*, який триває до 80 діб.

Дозрілі сперматозоїди потрапляють у розширену кінцеву частину сім'явиносних протоків, де змішуються із сім'яною рідиною, утворюючи сперму. Сім'яна рідина складається із секретів епітелію звивистих канальців, сім'яних міхурців і простати. За один статевий акт виділяється 2–4 мл сперми.

Думаємо, розуміємо, відповідаємо. **1.** Визначте взаємозв'язок будови та функцій яєчників. **2.** На прикладі функцій яєчника поясніть взаємозв'язок залоз внутрішньої секреції. **3.** Поясніть біологічну суть дозрівання яйцеклітин. **4.** Які біологічні функції виконують гормони яєчників? **5.** Поясніть біологічний механізм овогенезу. **6.** Визначте взаємозв'язок будови та функцій яєчок. **7.** Поясніть біологічну суть розміщення яєчок не всередині, а зовні тіла. **8.** Які особливості будови та функцій придатка яєчка? **9.** Поясніть, чому яєчко є залозою змішаної секреції. **10.** Поясніть біологічні механізми сперматогенезу.

Самостійна робота з підручником. Проаналізуйте *рис. 191 та 192* й визначте особливості будови яєчників і граафового міхурця.

Запитання для допитливих. Як ви вважаєте, чому матеріал цього параграфа дуже важливо опанувати не тільки дівчатам, а й хлопцям? Обґрунтуйте відповідь.

Домашнє завдання. Намалюйте в зошиті схему овогенезу й сперматогенезу. Поясніть їх етапи.

Це цікаво знати. Об'єм цитоплазми сперматозоїда в 75 000 разів менший, аніж яйцеклітини.

§ 59 ІМУНІТЕТ. ІМУННА СИСТЕМА

ОСНОВНІ ПОНЯТТЯ І ТЕРМІНИ: імунітет (клітинний, гуморальний, активний, пасивний, природний, штучний), антигени, антитіла, СНІД.

Поняття про гуморальний імунітет та імунну систему. ***Імунітет*** (з латин. *вільний, захищений*) — це сукупність захисних механізмів, які допомагають організмові боротися з чужорідними чинниками: бактеріями, вірусами, отрутами, сторонніми тілами тощо.

Клітинний імунітет, або ***фагоцитоз***, відіграє в місцевих запальних процесах дуже важливу роль. При інфікуванні всього організму набуває більшого значення ***гуморальний імунітет***. Основним його проявом є утворення певними видами лейкоцитів — *лімфоцитами* — антитіл (з грецьк. *проти*), які пригнічують шкідливу дію різних інфекційних (бактерії, віруси, найпростіші, мікроскопічні гриби тощо) і неінфекційних (пилок рослин, лікарські препарати, чужорідні білки тощо) чинників. ***Антитіла*** — це білки крові, які знищують не тільки бактерії та віруси, а й знешкоджують їхні отрути й інші хімічні речовини.

В утворенні, дозріванні та «навчанні» лімфоцитів, аби вони могли виробляти антитіла (імунна відповідь організму), беруть участь різні структури організму, об'єднані в ***імунну систему***. Місцем утворення лімфоцитів є лімфатичні вузли та селезінка, а також скупчення лімфоїдної тканини в травній системі (наприклад, у червоподібному відростку товстої кишки — апендиксі) і в дихальних шляхах. Однак на етапі утворення лімфоцити ще не здатні розпізнавати чужорідні, тобто не властиві організму людини, речовини білкової або полісахаридної природи, які називаються *антигенами* (від грецьк. префікса *анти*-, що означає «протилежність», «протидія», та грецьк. *генеа* — породжую, «створюю»).

Дозрівають лімфоцити та «навчаються» розпізнавати чужорідні тіла у вилочковій залозі (тимусі). Система імунітету підпорядковується вищим регулювальним нервово-гуморальним центрам: корі головного мозку, гіпоталамусу, гіпофізу, наднирковим залозам тощо. Відомо, що хронічний стрес, негативні емоції, пригнічений настрій значно знижують імунітет і сприяють виникненню багатьох імунних зрушень. Формування імунної відповіді також безпосередньо залежить від обміну речовин; будь-яке порушення метаболізму призводить і до імунних порушень. Отже, формування імунної відповіді є результатом діяльності всього організму людини.

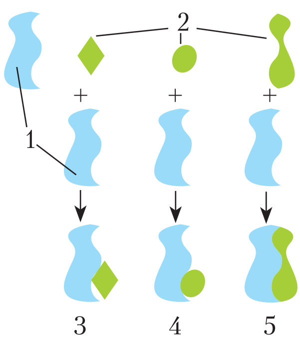


Рис. 198. Специфічність антитіл:

1 — молекула антитіла;
2 — бактерії різних типів;
3 — слабка спорідненість *(специфічність)*;
4 — сильніша спорідненість *(специфічність)*;
5 — міцне зв'язування антитіла з бактерією й знешкоджування бактерій *(висока специфічність)*

Основним діючим фактором гуморального імунітету є антитіла. Вони мають спорідненість із чужорідними чинниками за системою «ключ — замок». Що вища ця спорідненість і специфічність, то ефективніша «боротьба» антитіл із шкідливим чинником *(рис. 198)*.

Види імунітету. Імунітет буває ***природний — пасивний***, або ***успадкований***, з яким людина народжується. Він має видовий характер. Наприклад, людина не хворіє на ящур, а худоба — на малярію.

Активний (набутий) природний імунітет виникає після того, як людина захворіє на якесь інфекційне захворювання. Так, перехворівши на кір, людина повторно вже не захворіє на нього, а в її

організмі утворяться антитіла, що будуть відновлюватися впродовж усього життя. Таке явище називається *імунною пам'яттю*.

Штучний пасивний імунітет створюється при введенні готових антитіл в організм людини.

Де беруть готові антитіла? Тварин, наприклад мавп, свиней або коней, заражають правицею чи дифтерією. У їхньому організмі утворюються антитіла. Кров від цих тварин частково забирають, спеціальним способом виділяють антитіла, очищують, після чого їх у вигляді лікувальних сироваток уводять людині, щоб запобігти хворобі або послабити її прояви.

Штучний активний (набутий) імунітет розвивається, коли організм у відповідь на введення вакцини сам виробляє антитіла проти спеціально введених послаблених бактерій, вірусів або їхніх отрут.

Залежно від чинника, проти якого спрямована імунна відповідь, розрізняють такі види імунітету: противірусний (як правило, нестійкий), протимікробний (досить стійкий, залежить від виду мікроорганізму), протипухлинний. Останній різко погіршується за несприятливих умов довкілля та різних зловживань (куріння, уживання алкоголю та наркотиків).

Профілактичні щеплення — вакцинація (або імунізація). Слово *вакцинація* походить від латинського слова *вакка*, що означає «корова», — на честь тварини, від якої вперше була отримана вакцина. Нині вакцини вже отримують і від мишей, кролів, овець, коней, мавп.

Принцип вакцинації полягає у введенні *вакцин* — препаратів, які виробляють із живих ослаблених або вбитих мікроорганізмів чи їхніх отрут. Їх застосовують для активної імунізації (вакцинації) з метою утворення активного штучного імунітету. Вакцини сприяють виробленню антитіл в організмі. І коли людина у своєму житті зіткнеться з такою інфекцією, то вона не захворіє, бо в неї вже утворився активний штучний імунітет у результаті щеплення.

Це треба пам'ятати! Планові щеплення — обов'язкові!
Якщо ви проживаєте в місцевості, де існує «вогнище» певного інфекційного захворювання, необхідно зробити щеплення проти нього.

Великий внесок у справу позбавлення людства від таких страшних інфекцій, як сибірка та бешиха, зробив французький учений ***Луї Пастер***.

Чинники, які погіршують імунний стан організму. До них належать: неповноцінне харчування (особливо нестача білків і вітамінів), хімічні речовини (промислові та побутові), часті переохолодження та перегрівання. Значно порушує імунний стан організму надмірне перебування на сонці. Однак найбільше пошкоджує імунну систему радіоактивне випромінювання, бо воно руйнує лейкоцити й такі важливі органи, як червоний кістковий мозок, селезінку, лімфовузли, вилочкову залозу й шкіру. Людина, яка зазнала впливу радіації, стає беззахисною перед будь-якою інфекцією.

Синдром набутого імунодефіциту (СНІД). Про це страшне захворювання ми чуємо все частіше й частіше, починаючи з 1981 р. Як ви вже знаєте,

у відповідь на проникнення в організм бактерій, вірусів, хімічних чинників активізуються механізми клітинного та гуморального імунітету. Однак вірус, який спричиняє СНІД, убиває імунні клітини й позбавляє організм засобів захисту — людина втрачає імунітет і може загинути від звичайної інфекції. Тому цей вірус дістав назву ***вірус імунодефіциту людини (ВІЛ)***.

Значна частина ВІЛ-інфікованих — це споживачі ін'єкційних наркотиків, які заражаються через використання спільних шприців. Майже 90 % наркозалежних людей, які вживають наркотики понад п'ять років, мають у крові ВІЛ або хворі на СНІД.

ВІЛ поширюється і статевим шляхом. Сьогодні значна частина нових випадків інфікування ВІЛ пов'язана з незахищеними випадковими статевими контактами.

Вірус також може передаватися плоду під час вагітності та при вигодовуванні дитини грудним молоком.

Кількість офіційно зареєстрованих з 1987 року ВІЛ-інфікованих в Україні перевищує 275 тис. осіб.

Профілактика інфікування ВІЛ — це насамперед спосіб життя, у якому немає місця наркотикам, алкоголю та випадковим статевим зв'язкам.

Це треба пам'ятати! Дотримуйтеся правил здорового способу життя: це сприяє зміцненню імунітету. Різні шкідливі звички, погане харчування, зловживання сонцем значно погіршують імунний стан організму. Легковажна поведінка — причина інфікування ВІЛ.

Думаємо, розуміємо, відповідаємо. **1.** Поясніть походження поняття «імунітет». **2.** Обґрунтуйте механізм гуморального імунітету. Розгляньте *рис. 198* і поясніть, що називають *специфічністю антитіл*. **3.** Які структури організму беруть участь в імунній відповіді? **4.** Проаналізуйте, як і чому підпорядковується імунна система. **5.** Обміркуйте, чи можна сказати, що якийсь вид імунітету важливіший за інший. **6.** Проаналізуйте й поясніть, у чому полягає небезпека інфікування ВІЛ. **7.** Складіть пам'ятку про попередження ВІЛ-інфікування. **8.** Поясніть, у чому виявляється негативний вплив радіаційного та хімічного забруднення довкілля на імунну систему людини.

Самостійна робота з підручником. Проаналізуйте текст параграфа про роль лімфатичної системи. Визначте, у чому полягає її біологічне значення як захисту організму людини.

Домашнє завдання. Підготуйте коротке повідомлення про інтерферон.

Це цікаво знати. Два сторіччя тому, коли у світі від страшної хвороби — чорної віспи — щороку помирало багато тисяч людей, англійський лікар Едвард Дженнер помітив, що доярки часто хворіють на безпечну для людини коров'ячу віспу й ніколи — на чорну.

14 травня 1796 р., після експериментів на тваринах, Е. Дженнер вирішив провести дослід на людині. У селянки, яка заразилася коров'ячою віспою, з пухирця, у якому містився збудник, він узяв трохи рідини й увів її під шкіру здоровому восьмирічному хлопчикові (його батько погодився на це). Спочатку хлопчик нічого не відчував, але на сьомий день у нього підвищилася температура тіла, зник апетит,

з'явився головний біль, а на шкірі — незначний рожевий висип. Ніч лікар не спав, не відходячи від дитини. Однак уранці хлопчик уже був здоровий. Через 1,5 місяця лікар увів йому під шкіру рідину вже з пухирця справжньої чорної віспи. Хлопчик не захворів на цю страшну недугу: він уже мав імунітет від чорної віспи на все життя!

§ 60 ІМУННІ ЗРУШЕННЯ В ОРГАНІЗМІ ЛЮДИНИ: ЗАПАЛЕННЯ, ІНФЕКЦІЙНИЙ І АЛЕРГІЧНИЙ ПРОЦЕСИ

ОСНОВНІ ПОНЯТТЯ І ТЕРМІНИ: запалення, інфекційний процес, заразливість, епідемії, грип, алергічний процес, алергени, укуси комах і домедична допомога при них.

Запаленням називають захисну пристосувальну місцеву реакцію організму, що виникла у відповідь на дію різних негативних чинників. Причиною запалення можуть стати: механічні подразники — подряпини, рани; термічні — опіки й обмороження; хімічні речовини — кислоти й луги; біологічні чинники — бактерії, віруси, мікроскопічні гриби, найпростіші; фізичні — іонізуюча радіація, ультрафіолетові (сонячні) промені тощо. Місцевим компонентом запалення є *фагоцитоз*.

У місці ушкодження тканини виникає біль; до нього надходить усе більше й більше крові. Виникає почервоніння, набряк і підвищення температури. Функція ураженого органа порушується. Сюди потрапляє велика кількість лейкоцитів. У вогнищі запалення утворюються різні шкідливі речовини, що, усмоктуючись у кров, негативно впливають на весь організм людини. Вони подразнюють центр регуляції температури тіла, який міститься в гіпоталамусі, унаслідок чого виникає ***гарячка***. Окрім того, продукти руйнування клітин спричиняють отруєння організму, ознаки якого — головний біль, кволість, нудота, блювання, втрата свідомості тощо. Запалюватися може будь-яка тканина або орган: шкіра, серце, печінка, кровоносні судини, головний мозок тощо. Усі ці й інші випадки запалення потребують обов'язкового звернення до лікаря.

Інфекційний процес (з латин. *зараження*) виникає, коли в організм потрапляє інфекційний чинник (бактерії, віруси, хвороботворні гриби). Він залежить від рівня хвороботворності мікроорганізму та від опірності (стану імунітету) людини. За достатнього імунітету, наприклад після вакцинації, захворювання не виникне.

Характерними ознаками інфекційного процесу є:

1. *Заразливість* — передавання інфекції від хворої людини до здорової різними шляхами: повітряно-крапельним (грип, кір тощо), через заражені продукти або воду — харчовим (холера, черевний тиф, дизентерія тощо), через кров при укусах комах (малярія) або після переливання зараженої крові, через використання нестерильних медичних і гігієнічних інструментів (ВІЛ-інфекція, хвороба Боткіна).

2. Інфекційні хвороби часто набувають характеру *епідемій* (з грецьк. *поширений у народі*). Науку, яка вивчає закони поширення інфекційних хвороб,

називають *епідеміологією*. Видатними українськими епідеміологами були ***Данило Самойлович*** і ***Данило Заболотний***.

3. Наявність воріт інфекції, тобто місця її проникнення. Наприклад, якщо людина випадково вип'є розчин, у якому буде паличка дифтерії (а це захворювання передається тільки повітряно-крапельним шляхом), вона на цю хворобу не захворіє. Правець виникає тільки за потрапляння збудника в рану, а дизентерія — при вживанні зараженої їжі або води.

4. *Інкубаційний* (з латин. *висиджування пташенят*) *період* — час від моменту зараження до проявів перших клінічних ознак хвороби. Він буває різним: наприклад, при туберкульозі триває роками, холері чи дифтерії — 2–4 дні.

5. Проявом інфекції є запальний процес того чи іншого органа та реакція всього організму.

Грип — дуже небезпечна хвороба вірусної природи. Він уражає переважно дихальні шляхи (при ускладненні — увесь організм). Основні його прояви: раптовий озноб, підвищення температури тіла, головний біль, нежить, спочатку сухий, а потім вологий кашель. Частіше на грип хворіють у холодні місяці року.

Це захворювання надзвичайно небезпечне через ускладнення (запалення легенів, серця, мозку). Аби не захворіти на грип, потрібно частіше провітрювати приміщення — при цьому зменшується вміст вірусу в повітрі кімнати; не переохолоджуватися та не перегріватися на вулиці; загартовуватися й добре харчуватися, узимку пити відвар шипшини, де міститься багато вітаміну С, їсти цибулю й часник, які мають речовини (фітонциди), що знешкоджують мікроорганізми та віруси.

Якщо у вашому домі є хворий на грип, помістіть його в окремій кімнаті або відгородіть ліжко ширмою, дайте окремий посуд і рушник. Якщо ви доглядаєте за ним, прикривайте свій рот і ніс маскою з чотирьох шарів марлі. Щоденно періть її та прасуйте. Через кожні 4 години міняйте маску.

Алергічний процес. ***Алергія*** (з грецьк. *інший* і *дія*) — це підвищена чутливість організму до чужорідних речовин — *алергенів* — найчастіше біологічного походження: мікроорганізмів, грибів, вірусів, шерсті та лупи собак, котів, коней. Часто причиною алергії можуть бути пилок рослин, харчові продукти — курячі яйця, полуниці, цитрусові, шоколад. До алергенів небіологічного походження належать деякі ліки, препарати побутової хімії (наприклад, пральні порошки) тощо. Хімічне забруднення біосфери, що дедалі поглиблюється, безконтрольні викиди продуктів виробництва в повітря та воду зробили алергічні захворювання одними з найчастіших.

Особлива група алергічних чинників — тепло, холод, сонячне опромінення, радіація, під дією яких в організмі утворюються алергени.

У нормі організм здатний відрізняти власні білки від «чужих». Підвищену реакцію на власні білки та клітини тканин, які стають автоалергенами (з грецьк. *сам*) називають *автоалергією*.

У відповідь на проникнення алергену в організм виникає *алергічна реакція*. Зовні вона проявляється ознаками запалення: набряками, почервонінням, місцевим чи загальним підвищенням температури, свербінням і болем. Найбільше уражається шкіра та слизові оболонки носа, очей, дихальних шля-

хів. Шкіра вкривається сверблячим висипом, який має вигляд вузликів і називається ***кропив'янкою***. У людини закладає ніс (набряк слизової оболонки), з нього та з очей виділяється волога, повіки сверблять, виникає кашель або утруднене дихання (набряк слизової оболонки дихальних шляхів).

Це треба пам'ятати! Кожному треба знати, на що в нього може виникати алергія, й уникати контактів з алергенами. Якомога менше користуйтеся препаратами побутової хімії.

Укуси комах і надання домедичної допомоги при них. Отрути бджіл, ос, джмелів, шершнів також належать до біологічних алергенів. Чутливі до них люди, якщо їх покусають ці комахи, можуть навіть загинути від ядухи (набряк слизової оболонки дихальних шляхів), через зупинку серця й дихання. Найнебезпечніші місця укусів комах — язик і шия.

Домедична допомога. Щоб зменшити всмоктування отрути, відразу видаліть з місця укусу кінчик жала й прикладіть холод (лід, міхур із холодною водою чи рушник, змочений холодною водою).

Якщо людина знепритомніла або в неї зупинилося серце, дихання, надайте їй реанімаційну допомогу; такого хворого треба негайно відправити до лікарні.

Думаємо, розуміємо, відповідаємо. **1.** Перелічіть причини виникнення запального процесу в організмі людини. **2.** Поясніть, якими порушеннями супроводжується запалення. **3.** Поясніть поняття «інфекційний процес». **4.** Поясніть походження терміна «інфекція». **5.** Назвіть відомі вам інфекційні чинники. **6.** Назвіть ознаки інфекційного процесу. **7.** Назвіть причини, прояви та профілактичні заходи проти грипу. **8.** Поясніть, чому в холодну пору року найчастіше виникають епідемії грипу. **9.** Обґрунтуйте значення застосування профілактичних щеплень і лікувальних сироваток. **10.** Наведіть приклади чинників, що зумовлюють алергію. Які прояви алергії ви знаєте? **11.** Поясніть походження поняття «алерген». **12.** Поясніть механізм алергічної реакції. **13.** Назвіть правила домедичної допомоги при укусах комах, якщо виникла тяжка алергічна реакція.

Самостійна робота з підручником. Складіть пам'ятку профілактики алергії.

Домашнє завдання. Підготуйте інформаційне повідомлення про гепатити А і С.

§ 61 СТРЕС І ЙОГО ЧИННИКИ. АДАПТАЦІЯ ЛЮДИНИ ДО СТРЕСУ

ОСНОВНІ ПОНЯТТЯ І ТЕРМІНИ: стрес, неспецифічна реакція; адаптація, фази: тривоги, опору та виснаження; позитивний і негативний впливи стресу; шкільний стрес.

Що таке стрес. Поняття «стрес» (з англ. *напруження*) уперше запропонував у 1936 р. канадський учений ***Ганс Сельє***. Він виникає при дії на організм надзвичайних *(екстремальних)* подразників, що викликають значне психічне й фізичне напруження. Вони можуть порушити гомеостаз, і називають їх *стрес-подразниками*. У відповідь на їхню дію виникає *неспецифічна* (завжди

однакова) *реакція,* спрямована на активізацію пристосувальних захисних механізмів, що мають забезпечити *адаптацію* організму до дії подразника й підтримання сталості внутрішнього середовища. Стрес виникає внаслідок дії таких факторів: холод, спека, травма, значне фізичне навантаження, збудники інфекційних захворювань, токсини, психічне й емоційне напруження та багато інших.

Зміни, що виникають під дією стрес-подразників, знижують їхній негативний вплив на організм, підвищують його витривалість, активізують резервні можливості психіки й опорно-рухової системи, а в деяких випадках рятують від загибелі. Стрес-подразники, що сприймаються психікою людини як певна загроза, викликають супутні *емоційні реакції,* наприклад емоції страху або агресії.

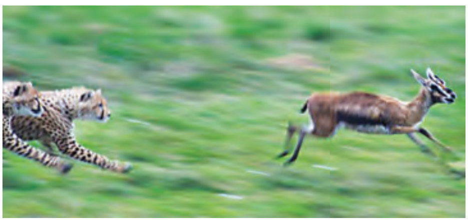


Рис. 199. Утеча та напад — типова екстремальна ситуація взаємодії жертви й хижака.

У природному середовищі тварини постійно потрапляють в екстремальні ситуації, пов'язані з їхнім виживанням. Це насамперед взаємодія жертви й хижака (вовк–заєць, лев–антилопа, щука–карась), які один для одного є стрес-подразниками. Напруження, що виникають в організмі тварин, і подальша реакція (утеча або напад) визначають переможця *(рис. 199).* Перемагає той, хто має кращий фізичний стан і життєвий досвід.

На щастя, людина майже не потрапляє в подібні ситуації. Та в житті кожного з нас виникають ситуації, у яких ми почуваємося «жертвами» або якщо не «хижаками», то «нападниками». Переважання в поведінці людей *«реакції втечі»* або *«реакції нападу»* взято за основу умовного поділу на *«людей-кроликів»* і *«людей-левів».* Перші — сором'язливі, невпевнені в собі, часто хвилюються, досить хворобливо переносять стресові ситуації; інші — навпаки, легко долають будь-які труднощі. Різниця в поведінкових реакціях пов'язана з особливостями нервових процесів *(див. тему 9)* і різницею в складі гормонів, які виробляє мозковий шар надниркових залоз. Якщо залози виділяють у кров переважно адреналін — гормон тривоги або гормон страху, то це «жертва». А якщо в кров, окрім адреналіну, потрапляє значна кількість норадреналіну — гормону агресії, або гормону гніву, то це «людина-лев». Адреналін звужує судини шкіри, тому людина стає блідою, норадреналін — розширює їх — і вона червоніє. Юлій Цезар нічого не знав про гормони, та, як досвідчений полководець, у кращих своїх когортах залишав лише тих вояків, які, побачивши ворогів, червоніли.

Це треба пам'ятати! Якщо боятися собаки, то запах адреналіну, який з'явиться у вашій крові, викличе в неї агресію.

Механізм розвитку стресу та його фази *(рис. 200).* Стресові реакції мають три послідовні фази: тривоги, опору (або *резистентності*) і виснаження.

Перша фаза стресу (тривоги) може тривати до двох діб і супроводжується мобілізацією наявних резервів організму *(короткочасна адаптація)*. Наприклад, вивільненням крові з «депо» при значній кровотечі. У першій фазі спрацьовують такі нейрогуморальні механізми: під дією стрес-подразника активується симпатична нервова система, що спричиняє виділення адреналіну та норадреналіну наднирковими залозами; це викликає описані в § 57 зміни в м'язах і вегетативних органах. Водночас адреналін активує ядра гіпоталамуса, які спричиняють утворення гіпофізом соматотропного й адренокортикотропного гормонів. Останній стимулює продукування наднирковими залозами кортикостероїдів.

Друга фаза стресу (опору) пов'язана з морфологічними й функціональними перебудовами в організмі, що підвищують витривалість організму до дії стрес-подразників *(довгострокова адаптація)*.

Наприклад, синтезуються додаткові м'язові білки, що підвищує фізичну витривалість; утворюються додаткові еритроцити та збільшується в них вміст гемоглобіну — підвищується витривалість до дефіциту кисню; синтезується пігмент шкіри меланін, що захищає організм від шкідливої дії сонячної радіації. Ці біосинтетичні процеси запускаються під впливом кортикостероїдів і соматотропного гормону, що виділяються в першій фазі стресу.

Ця фаза може тривати довго, навіть роки (наприклад, адаптація організму спортсмена до постійних фізичних навантажень).

Якщо стрес-подразник зникає, поступово зникають і ті зміни, що були ним викликані (наприклад, зменшується кількість антитіл у крові та кількість лейкоцитів після того, як організм подолав збудника інфекційної хвороби). Основною умовою довготривалості другої фази стресу є відповідність сили стрес-подразника резервним можливостям організму.

Третя фаза стресу (виснаження) виникає, якщо подразник занадто сильний і довготривалий. Це призводить до

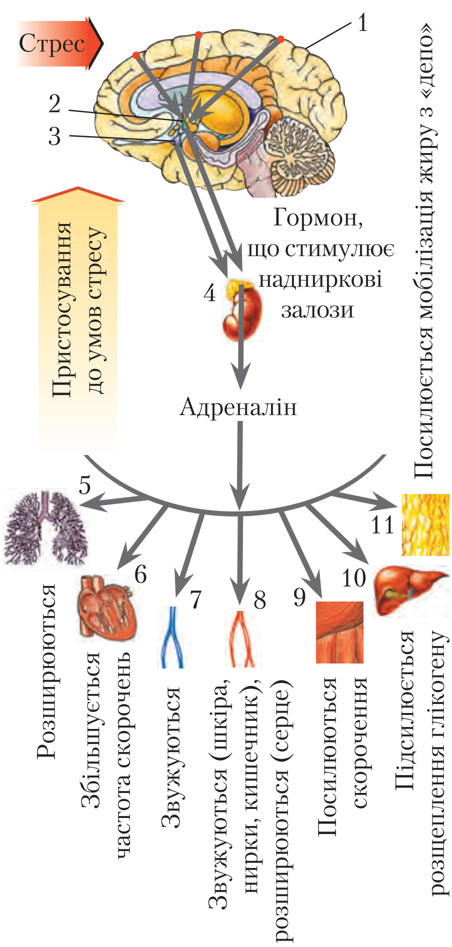


Рис. 200. Схема виникнення стресових реакцій:

1 — кора головного мозку; 2 — гіпоталамус; 3 — гіпофіз; 4 — надниркові залози; 5 — бронхи; 6 — серце; 7 — вени; 8 — артерії; 9 — м'язи; 10 — печінка; 11 — жирова тканина

вичерпання резервних можливостей організму й руйнування механізмів адаптації. Наприклад, при невідповідності рівня фізичного навантаження рівню підготовленості людини виникає перетренування. Це супроводжується зниженням рівня натренованості й працездатності, погіршенням стану здоров'я. Якщо дія стрес-подразника триватиме, то вона може спричинити смерть.

Вплив стресу на організм здебільшого сприймається як негативний, проте це не так. Помірні стресові впливи викликають підвищення загальної стійкості організму, розширення його пристосувальних можливостей. Наприклад, регулярні, поступово зростаючі за інтенсивністю й обсягом фізичні навантаження впливають лише позитивно. Якщо правильно організувати фізичні тренування, проявляється в основному фаза резистентності. Організм стає стійкішим не лише до фізичних навантажень, а й до емоційних напружень, інфекцій, отруєнь тощо.

Вплив стресу може бути й негативним. Особливо це стосується суто людської форми стресу — соціально обумовленої. Перебуваючи серед людей і підкоряючись суспільним вимогам і правилам поведінки, конкретна людина, здебільшого, не може проявити природну реакцію на стрес-подразник — реакцію втечі або нападу. Тобто напруження вегетативних систем і м'язів, яке виникає під час стресу, не реалізується в активному русі. Це призводить до поступового розвитку вегетативно-судинної дистонії, гіпертонічної хвороби, атеросклерозу, цукрового діабету, ішемічної хвороби серця, а відтак — до інфарктів та інсультів.

Типовим прикладом соціально обумовленого стресу є *«шкільний»*, або *«екзаменаційний»*, стрес, який проявляється через хвилювання учня під час опитування, особливо під час виконання контрольних робіт і складання екзаменів.

Є два основні шляхи подолання негативного впливу «шкільного» стресу:

• навчатися так, щоб бути впевненим у своїх знаннях і не хвилюватися під час опитування, контрольної роботи або на екзамені;

• регулярно займатися фізичною культурою.

Думаємо, розуміємо, відповідаємо. **1.** Поясніть поняття «стрес» і його значення в житті людини. **2.** Поясніть, чому тривалий стрес небезпечний для людини. **3.** Які причини виникнення негативних і позитивних проявів стресу? **4.** Яку роль відіграє центральна нервова система у виникненні стресу? **5.** Обґрунтуйте роль надниркових залоз у стресових реакціях. **6.** З'ясуйте значення інших залоз внутрішньої секреції в підтриманні гомеостазу й адаптації організму до стресових чинників. **7.** Поясніть вплив стресових чинників на здоров'я людини.

Самостійна робота з підручником. Дайте відповідь на запитання: «На якому етапі стресу людина може свідомо керувати стресовою реакцією?»

Запитання для допитливих. Чи буває стрес у тварин? Обґрунтуйте свій висновок.

Домашнє завдання. Поділіться своїми знаннями про стрес і його профілактику з членами сім'ї. Переконайте їх, що постійний стрес руйнує здоров'я.



ТЕМА 11
РОЗМНОЖЕННЯ ТА РОЗВИТОК ЛЮДИНИ

§ 62 БІОЛОГІЧНІ ТА СОЦІАЛЬНІ ОСНОВИ СТАТЕВОЇ ФУНКЦІЇ ЛЮДИНИ. ЗАПЛІДНЕННЯ ТА РОЗВИТОК ОРГАНІЗМУ ЛЮДИНИ

ОСНОВНІ ПОНЯТТЯ І ТЕРМІНИ: статева функція, геніталії, статева поведінка, кохання, шлюб, сім'я, каріотип, хромосоми, статеві хромосоми, гамети, запліднення, гаметогенез.

Ви знаєте багато функцій організму людини, що забезпечуються діяльністю нервової, серцево-судинної, дихальної, травної, ендокринної та видільної систем. Проте лише одна з них — статева система — бере безпосередню участь у продовженні роду. З точки зору анатомії та фізіології, вона така сама, як і всі інші системи організму людини. Однак її реалізація потребує участі двох різностатевих осіб — чоловіка й жінки. Окрім того, статева система — єдина, де природа не економить «будівельний» матеріал і енергію, а витрачає їх на створення нового людського життя.

Статева функція людини ґрунтується на біологічних і соціальних основах. Вона становить сукупність генетичних, морфологічних, психофізіологічних ознак людини та сформованого в процесі виховання уявлення про соціальну роль відповідної статі.

Морфологічною основою статі є відмінності в будові організму чоловіка й жінки, пов'язані з успадкованими від батьків генетичними факторами — статевими хромосомами. Такі відмінності називаються *статевим диморфізмом* і полягають у різній будові статевих залоз (гонад), статевих органів, або *геніталій* (з латин. *народжуючий, дітородний*), та у відмінності вторинних статевих ознак.

Психофізіологічні основи статевої функції. Під впливом статевих гормонів, що продукуються гонадами в організмі статево зрілої людини, виникає статевий потяг, який є відображенням одного з найсильніших інстинктів — статевого, або інстинкту продовження роду.

У плазунів, птахів, ссавців і людини статевий потяг реалізується статевим актом, коли з'єднуються чоловічі й жіночі статеві органи, що забезпечує запліднення. У тварин статевий акт називають *копуляцією*, а в людини — *коїтусом*. Це досить складний процес, що ґрунтується на вроджених і набутих формах поведінки. Наприклад, у птахів і ссавців йому передують різні шлюбні ігри, загравання самців із самками, певні форми «залицяння» *(рис. 201)*. Інстинкт продовження роду реалізується у тварин також у вигляді турботи про нащадків *(рис. 202)*.



Рис. 201. Шлюбний ритуал у птахів



Рис. 202. Турбота про нащадків у пінгвінів

На відміну від тварин, інстинкти є основою статевого потягу людини, вони контролюються свідомістю, підпорядковуються вихованню й волі. Тож не можна порівнювати статевий інстинкт людини із відчуттям голоду та наступним задоволенням від насичення. У людському суспільстві, де панують певні моральні правила, статевий інстинкт у вигляді статевого потягу передбачає ще й духовний зв'язок між чоловіком і жінкою, кохання, взаємоповагу, бажання створити сім'ю, народити дітей, любити й виховувати їх. У сучасному суспільстві статева поведінка людини стала елементом її загальної культури.

Моральні й соціальні засади статевої функції та створення сім'ї. Щоб зрозуміти значення сім'ї як осередка кохання та продовження роду, людству довелося пройти довгий, складний, навіть драматичний шлях. Так, із соціальним розвитком людства виникла перша моральна заборона — кровозмішання. З нею пов'язане виникнення групової сім'ї, члени якої об'єднувалися навколо жінки-матері (матріархат), утворюючи рід (спільність людей за первіснообщинного ладу, господарське й соціальне об'єднання кровних родичів). Поступово групова сім'я перетворювалася на парну, у якій жінка також відігравала провідну роль. І якщо такі сімейні пари розпадалися, діти переходили тільки до материнського роду.

Отже, соціальний розвиток сім'ї набував тенденції звуження кола статевих партнерів до однієї пари.

З розвитком виробництва «хазяїном у домі» став чоловік, і матріархат поступився патріархату. Характерним прикладом є сім'я Стародавнього Риму. Вона була не просто парною, а такою, коли один чоловік мав право взяти шлюб тільки з однією жінкою. Це також пов'язувалося з економічними причинами, бо глава сім'ї — батько — мав бути абсолютно впевненим у походженні своїх дітей, які після його смерті успадковували батьківське майно.

Одночасно з економічним розвитком суспільства відбувався й духовний. Виникли поняття про кохання та відданість, симпатію й палку пристрасть, які також стали основою створення сім'ї й народження дітей.

Наприклад, у Стародавньому Єгипті почуття кохання між чоловіком і жінкою вважалося однією з найвищих людських чеснот.

У Стародавній Греції кохання розглядалося як любов до природи й споконвічний потяг до краси та досконалості.

Для давніх греків поняття «краса тіла», «статеве кохання», «моральна досконалість» були тотожними.

Безліч скульптур, створених давніми й сучасними митцями *(рис. 203)*, мали навіювати людям любов до свого тіла й народжувати світлі й прекрасні думки, бажання жити, кохати, мати дітей.

Наші предки — давні українці — також залишили багато свідчень про значення сім'ї та кохання, обожнення матері. Київський літописець, описуючи життя українських племен, зазначав, що вони мали «добрий звичай, жили тихо й соромливо, і шлюб у них був правильний».

Давні українці втілювали свої поняття про кохання в образі Лади — богині шлюбу, кохання, щастя, весни й краси, сімейної злагоди. Божества Рід і Рожани́ця уособлювали єдність сім'ї та утвердження необхідності продовження людського роду. Особлива відданість української жінки своїй сім'ї нині славиться в усьому світі.

Людство поступово виробило морально-етичні засади статевих стосунків у шлюбі та сім'ї. Вони гармонійно поєднують і біологічну, і соціальну сутності людини.

У сучасному суспільстві шлюб і створення сім'ї є результатом добровільної згоди чоловіка й жінки, які покохали одне одного та прагнуть мати спільних дітей. Сучасна людина дуже вимоглива до вибору пари, бо хоче жити з гарною, доброю, розумною й відданою людиною. І саме почуття кохання ставить статевий потяг на вищу сходинку: від фізіологічного задоволення до відчуття духовного єднання чоловіка й жінки як джерела радості й щастя. Тому розумна людина ніколи не назве статеві стосунки між подружжям непристойними, неприродними, такими, що принижують гідність людини до рівня тварини.

Отже, повноцінна сім'я — така, де батьки кохають одне одного, народжують і люблять своїх дітей *(рис. 204)*.



Рис. 203. Скульптури давніх і сучасних митців:

1. *О. Роден*. Поцілунок;
2. *А. Канова*. Амур і Психея;
3. *Л. Берніні*. Викрадення Прозерпіни



Рис. 204. Щаслива родина

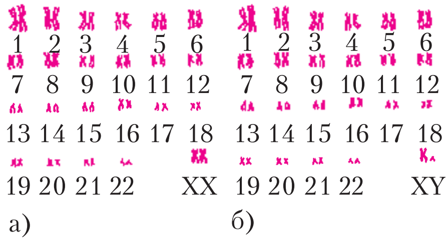


Рис. 205. Хромосоми соматичної клітини людини:

а) жіночого організму, б) чоловічого організму *(1–22 — соматичні хромосоми; XX — статеві хромосоми жіночого організму; XY — статеві хромосоми чоловічого організму)*

Хромосомний набір клітини — каріотип. Для того щоб зрозуміти, як відбувається запліднення й розвиток нового організму, вам необхідно знати ті біологічні структури та механізми, які відповідають за цей процес.

Хромосоми — основні структурні елементи клітинного ядра, у яких міститься спадкова інформація. Основою хромосоми є одна дволанцюжкова молекула дезоксирибонуклеїнової кислоти (ДНК), з'єднана з різними білками.

Ділянка молекули ДНК, яка відповідає за успадкування певної ознаки, називається *геном*. ***Ген*** — це матеріальна одиниця спадковості. Сукупність генів організму називають *генотипом*.

Кожний біологічний вид має тільки йому притаманний набір хромосом у клітині, що відрізняється за їхньою кількістю, розмірами, формою *(рис. 205)* і називається *каріотипом* (з грецьк. *ядро горіха* та *форма, тип*).

Хромосоми соматичних клітин (клітин тіла, нестатевих клітин) завжди парні, тобто в ядрі є по дві однакові за будовою та розмірами хромосоми. Такі хромосоми називають *гомологічними*, а парний набір хромосом — *диплоїдним* (з грецьк. *подвійний*).

У соматичних клітинах організму людини налічується 46 хромосом, або 23 пари. У чоловіків і жінок 22 пари хромосом однакові, їх називають *аутосомами* й позначають великою літерою А. Остання, 23 пара хромосом, у чоловіків і жінок відрізняється. Це — *статеві хромосоми*.

У жінок ця пара представлена двома однаковими хромосомами, які позначають великими латинськими літерами XX. У чоловіків одна із статевих хромосом така сама, як у жінок (X-хромосома), а друга значно менша, має іншу форму, і її позначають великою латинською літерою Y. Хромосомний набір соматичних клітин можна записати так: 44A+XX — у жінки, 44A+XY — у чоловіка.

Дозрілі статеві клітини мають *гаплоїдний* (з грецьк. *поодинокий, простий*) набір хромосом — 23 хромосоми. Утворюються вони в процесі *гаметогенезу (рис. 206)*.

Жіночі статеві клітини — яйцеклітини — завжди мають однаковий набір хромосом, що описується формулою 22+X.

Чоловічі статеві клітини — сперматозоїди — мають два варіанти наборів хромосом: 22+X і 22+Y.

Запліднення. Унаслідок злиття жіночої та чоловічої гамет із гаплоїдним набором хромосом (цей процес називається *заплідненням*) виникає новий організм із подвійним набором хромосом, тобто відновлюється типовий для соматичних клітин диплоїдний набір.

Запліднену яйцеклітину називають *зиготою* (з грецьк. *з'єднання в пару*). Її подальший поділ веде до утворення організму людини, кожна клітина якого зберігає подвійний набір хромосом.

Зигота містить одну хромосому від батька, а другу — від матері в кожній парі хромосом *(рис. 207)*. Це зумовлює схожість дитини з обома своїми батьками. Стать нового організму залежить від того, яка чоловіча гамета злилася з яйцеклітиною. Якщо вона містила X-хромосому, то із зиготи розвивається жіночий організм, якщо Y-хромосому — чоловічий.

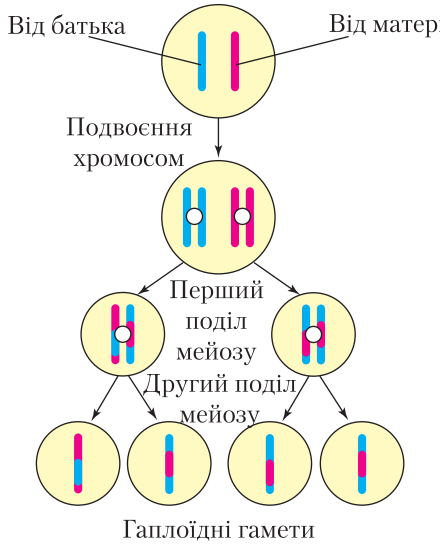


Рис. 206. Схема основних етапів поділу статевих клітин



Рис. 207. У соматичній клітині *(заплідненій яйцеклітині)* одна хромосома з кожної пари отримана від матері, друга — від батька.

Поняття про спадковість і мінливість. ***Спадковість*** — властивість живих істот передавати нащадкам ознаки, притаманні батьківським організмам. Вона забезпечує передавання з покоління в покоління біохімічних, анатомічних і фізіологічних особливостей як таких, що характерні для всього виду (особливості будови скелета людини, нервової системи, видоспецифічні безумовні рефлекси тощо), а також індивідуальних ознак батьків (колір очей і волосся, групу крові, особливості обміну речовин тощо).

Новий організм утворюється на основі генетичної програми, яку він отримав від батьків. Водночас дитина не є цілковитою копією своїх батьків. Вона — неповторна біологічна індивідуальність, яка формується внаслідок утворення нових комбінацій генів і різних структурних змін у генотипі. Відмінність нащадків від батьків пояснюється існуванням, поряд із спадковістю, ***мінливості*** — здатності організму набувати нових ознак під впливом різних факторів середовища.

Розрізняють декілька форм мінливості, які ви детально вивчатимете в наступних класах. Тепер лише запам'ятайте, що вона може бути спадковою (генотиповою) і неспадковою (фенотиповою). *Спадкова мінливість* супроводжується певними змінами в генотипі, наприклад рекомбінацією батьківських ознак або мутаціями, що можуть виникати під час утворення статевих

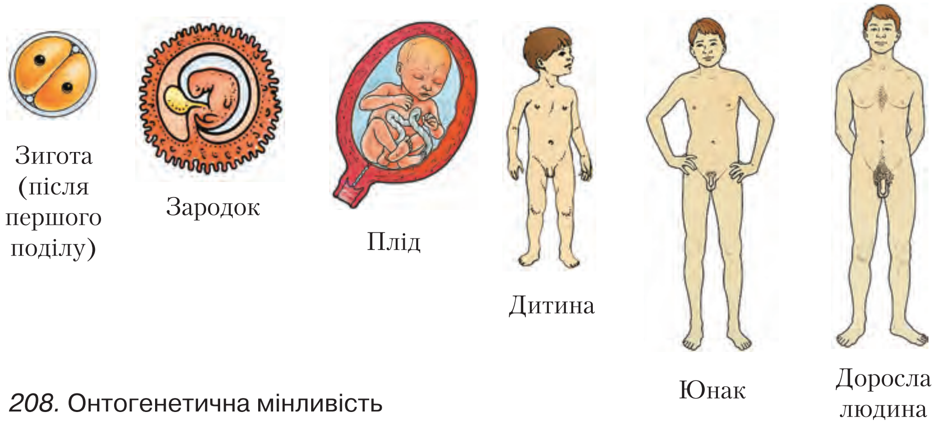


Рис. 208. Онтогенетична мінливість

клітин унаслідок дії шкідливих факторів середовища. *Неспадкова мінливість* — це зміни в організмі, які не спричиняють змін генотипу. Наприклад, виникнення засмаги влітку й зникнення її взимку.

Одним із проявів неспадкової мінливості є вікова. Вона виявляється в закономірних змінах будови та функцій організму на різних етапах його індивідуального розвитку *(рис. 208)*. Причиною вікової мінливості є те, що на кожному етапі індивідуального життя людини функціонують одні гени, а інші знаходяться в неактивному стані. Перехід до нового етапу розвитку пов'язаний з активацією інших генів і «вимкненням» частини тих, що були активними раніше. Негативні фактори середовища можуть змінювати швидкість індивідуального розвитку. Так, недостатнє й неповноцінне харчування затримує процеси розвитку дитини, а негативні звички (куріння, уживання алкоголю тощо) прискорюють процеси старіння й, отже, зменшують запрограмовану генетично тривалість життя людини.

Думаємо, розуміємо, відповідаємо. **1.** Поясніть, чому статева поведінка є частиною людської культури. **2.** Обґрунтуйте взаємозв'язок історичного розвитку людства й еволюції статевої поведінки людей. **3.** Поясніть, чому в статевій функції людини немає нічого непристойного. **4.** Як ви розумієте поняття «кохання», «шлюб», «сім'я», «щаслива сім'я»? **5.** Поясніть, чому хромосоми можна вважати основними «цеглинками» спадковості. Дайте характеристику хромосомного набору соматичних клітин. **6.** Поясніть, що таке *аутосоми* й *статеві хромосоми.* **7.** Обґрунтуйте, у чому полягає докорінна відмінність між будовою соматичних клітин чоловічого та жіночого організмів. Для відповіді скористайтеся *рис. 205*. **8.** Поясніть особливості та біологічну доцільність хромосомного набору дозрілих статевих клітин. Поясніть терміни «соматичний», «гаплоїдний», «диплоїдний». **9.** Визначте основну біологічну суть запліднення. **10.** Користуючись *рис. 206* і *207*, поясніть, чому в соматичних клітинах і заплідненій яйцеклітині (зиготі) одна хромосома з кожної пари отримана від батька, а друга — від матері.

Самостійна робота з підручником. **1.** Користуючись матеріалом параграфа, доведіть, що запліднення — єдиний можливий шлях утворення організму людини. **2.** Поясніть походження термінів «аутосоми», «гаметогенез», «онтогенез», «зигота».

Домашнє завдання. Користуючись *рис. 204* як прикладом, намалюйте в зошиті «родинне дерево» своєї сім'ї.

§ 63 АНАТОМІЯ І ФІЗІОЛОГІЯ ЖІНОЧОЇ ТА ЧОЛОВІЧОЇ СТАТЕВОЇ СИСТЕМИ

ОСНОВНІ ПОНЯТТЯ І ТЕРМІНИ: молочні залози, зовнішні статеві органи жінки, внутрішні статеві органи (піхва, матка, маткові труби), сім'яні канальці, сім'явиносна протока, уретра, передміхурова залоза, статевий член, сперма.

Статева система жінки. Її ще називають органами розмноження, або *репродуктивними органами* (з латин. *створюю, відтворюю*).

Репродуктивними органами є молочні залози *(рис. 209)* і зовнішні й внутрішні статеві органи *(рис. 210)*.

Молочні залози — парний орган, який складається з 15–20 залозистих часточок, у яких після пологів починає вироблятися спеціальний секрет — грудне молоко.

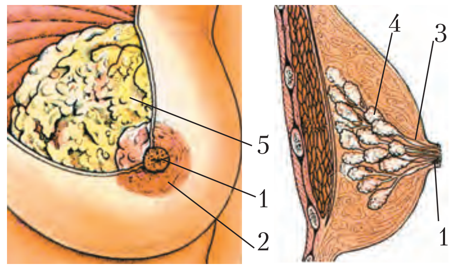


Рис. 209. Будова молочної залози:
1 — сосок; 2 — ареола; 3 — молочні протоки; 4 — залозисті часточки; 5 — жирова тканина

До ***зовнішніх статевих органів жінки*** належать: *великі соромітні губи,* утворені двома складками шкіри; *малі соромітні губи,* які розташовані всередині великих і вкриті слизовою оболонкою.

Між малими соромітними губами розміщується *клітор* — орган статевого чуття. Він має вигляд горбика довжиною до 1,5 см. Нижче від клітора міститься зовнішній отвір сечівника — уретри. У жінки сечівник проходить окремо від статевих шляхів і має власний отвір. Ще нижче розміщений отвір піхви, який є межею між зовнішніми та внутрішніми статевими органами. У дівчат він прикритий дівочою плівкою — своєрідним виростом слизової оболонки, що захищає внутрішні статеві органи від інфекцій.

Внутрішні статеві органи жінки *(рис. 210)* містяться в порожнині таза. До них належать: піхва, матка, яєчники та маткові труби.

Піхва — це порожнистий м'язовий орган завдовжки 7–9 см. Зверху вона охоплює шийку матки й утворює склепіння, а знизу переходить у соромітну щілину. М'язовий шар піхви дуже розвинений і робить її рельєф наче «гофрованим» за рахунок великої кількості складок. Завдяки їм піхва здатна значно розтягуватися, що дуже важливо під час народження дитини. Її внутрішня поверхня вкрита слизовою оболонкою.

Матка — непарний порожнистий м'язовий орган завдовжки 6–8 см, у якому розрізняють тіло та шийку *(рис. 211)*. Вона міститься в тазовій порожнині. Її головна функція — забезпечення розвитку зародка та виштовхування плоду під час пологів. Під час вагітності величина й форма матки змінюються внаслідок потовщення м'язових волокон. Після пологів вона поступово зменшується до попередніх розмірів.

Слизова оболонка матки періодично змінюється відповідно до фаз менструального циклу.

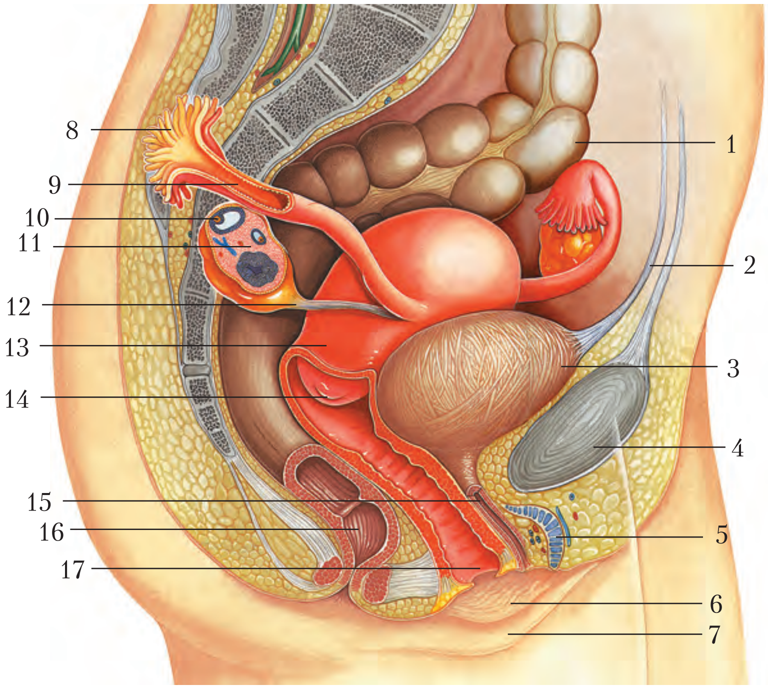


Рис. 210. Будова жіночих статевих органів:

1 — товста кишка; 2 — зв'язка; 3 — сечовий міхур; 4 — лобковий симфіз; 5 — клітор; 6 — мала соромітна губа; 7 — велика соромітна губа; 8 — торочки; 9 — фаллопієва труба; 10 — фолікул, що містить яйцеклітину, яка дозріває; 11 — яєчник; 12 — власна зв'язка яєчника; 13 — матка; 14 — шийка матки; 15 — сечівник; 16 — пряма кишка; 17 — піхва

Маткові труби розташовані по одній з обох боків матки *(рис. 210, 211)*, це трубки завдовжки 9–11 см, які мають слизовий і м'язовий шари. По них яйцеклітина, що виходить з яєчника, потрапляє в матку.

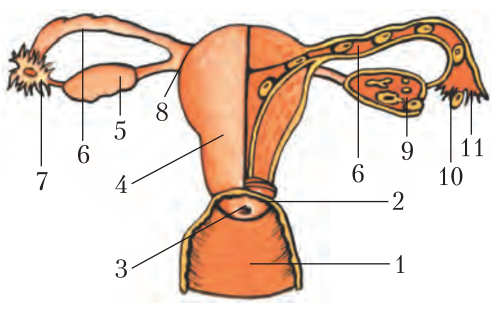


Рис. 211. Будова матки з трубами та яєчниками:

1 — піхва; 2 — шийка матки; 3 — отвір каналу шийки матки; 4 — тіло матки; 5 — яєчник; 6 — труба; 7 — ампула труби; 8 — маткова частина труби; 9 — фолікули; 10 — яйцеклітина; 11 — торочки

Будову яєчників і процес дозрівання яйцеклітин ви вивчали в § 58.

Статева система чоловіка. Функції чоловічої статевої системи — це утворення чоловічих статевих клітин і забезпечення їхнього надходження до внутрішніх статевих органів жінки, у яких відбувається процес запліднення. Чоловічі статеві органи *(рис. 212)* складаються з:

• ***внутрішніх статевих органів*** — яєчок із придатками, сім'явиносних проток, сім'яних міхурців, передміхурової залози та сечівника;

• ***зовнішніх статевих органів*** — мошонки (калитки) і статевого члена.

Сім'яні міхурці — парні залози, секрет яких забезпечує сперматозоїди поживними речовинами, а також підтримує їхню рухливість *(рис. 212)*.

Передміхурова залоза (простата) — непарний орган, який розташований під сечовим міхуром і охоплює верхню частину сечівника *(рис. 212, 213)*. Вона виділяє секрет слаболужної реакції та біологічно активні речовини, що змішуються зі спермою.

Сечівник у чоловіків водночас є шляхом, по якому відбувається виділення сечі із сечового міхура та виділення сперми. М'язи простати при скороченні перетискають сечівник, унаслідок чого не відбувається змішування сечі зі спермою. Скорочення м'язів простати забезпечує також процес сім'явипорскування.

Статевий член (латин. *penis*) — слугує для виведення сечі та сперми, бере участь у коїтусі. Він складається з тіла та головки, утворений печеристими (губчастими) тілами *(рис. 212)*. Під час статевого збудження завдяки особливій будові кровоносних судин кров під тиском заповнює печеристі тіла, що викликає *ерекцію* (з латин. *випрямлення*).

Головку статевого члена вкриває складка шкіри — *крайня плоть*. Усередину неї виходять протоки сальних залоз, які постійно виділяють *смегму* (з латин. *мастило*).

Через порушення правил гігієни смегма розкладається мікроорганізмами, що в ній розвиваються, і це може призводити до запалення головки статевого члена. У деяких народів, які сповідують певну релігію (мусульманство, іудаїзм), з прадавніх часів існує обряд обрізання крайньої плоті. Він має гігієнічно-профілактичне значення для запобігання запалення в умовах спекотного клімату.

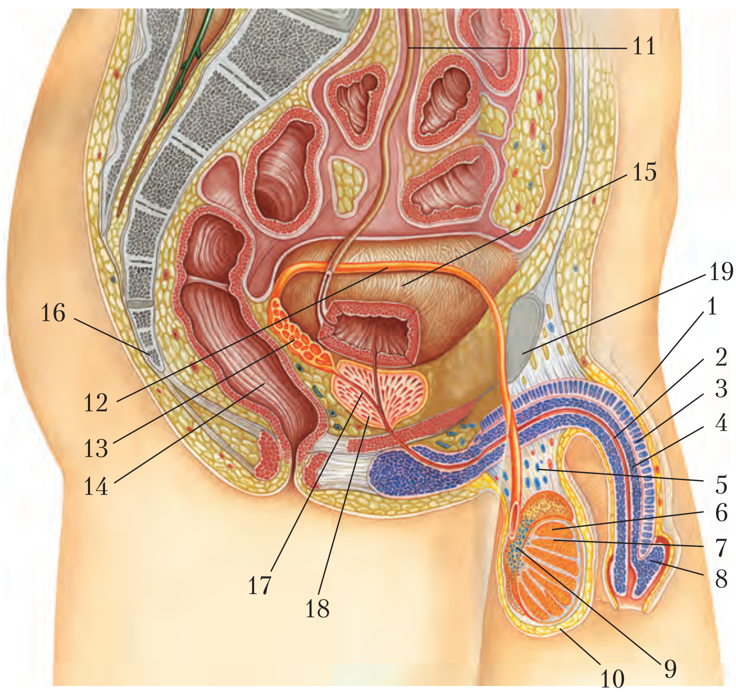


Рис. 212. Будова чоловічих статевих органів:

1 — статевий член; 2 — сечівник; 3 — печеристе тіло; 4 — губчасте тіло; 5 — зв'язка; 6 — яєчко; 7 — сім'яні канальці; 8 — головка статевого члена; 9 — придаток яєчка; 10 — мошонка (калитка); 11 — сечовід; 12 — сім'явиносна протока; 13 — сім'яний міхурець; 14 — пряма кишка; 15 — сечовий міхур; 16 — куприк; 17 — передміхурова залоза; 18 — сім'явиносна протока; 19 — лобковий симфіз

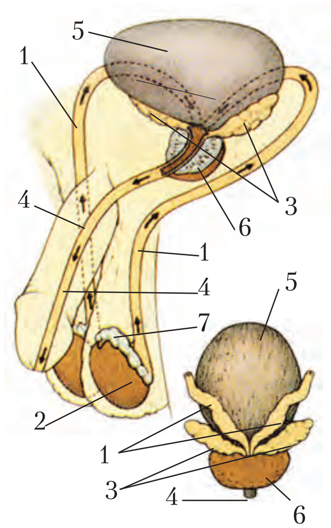


Рис. 213. Рух сперматозоїдів:

1 — сім'явиносна протока; 2 — яєчко; 3 — сім'яні міхурці; 4 — сечівник; 5 — сечовий міхур; 6 — передміхурова залоза; 7 — придаток яєчка

Іноді трапляються випадки зрощення крайньої плоті з головкою. У цьому разі потрібно звернутися до лікаря-уролога.

Будову яєчок і процес дозрівання сперматозоїдів ви вивчали в § 58.

Думаємо, розуміємо, відповідаємо. **1.** Складіть схему «Статеві органи жінки». **2.** Поясніть біологічне значення дівочої плівки. **3.** Визначте особливості будови молочної залози. **4.** Установіть взаємозв'язок будови та функцій матки. **5.** Визначте взаємозв'язок будови та функцій маткових труб. **6.** Обґрунтуйте взаємозв'язок будови та функцій статевої системи чоловіка. **7.** Установіть, що є спільного між будовою жіночої та чоловічої статевої системи. **8.** Поясніть анатомічну будову та функції сім'явиносної протоки та сім'яних міхурців. **9.** Чому передміхурову залозу вважають дуже важливим органом?

Самостійна робота з підручником. Розгляньте *рис. 210* і *212*. Порівняйте будову статевої системи жінки та чоловіка.

Домашнє завдання. Напишіть есе на тему «Для чого я вивчаю будову та функції репродуктивної системи людини?».

§ 64 ПОНЯТТЯ ПРО СТАТЬ ЛЮДИНИ. СТАТЕВЕ ДОЗРІВАННЯ

ОСНОВНІ ПОНЯТТЯ І ТЕРМІНИ: складові статі людини: біологічні (хромосомна, гонадна, гормональна, соматична, громадянська, пубертатна) і психосоціальна; статеве дозрівання, менструальний цикл, овуляція, вторинні статеві ознаки.

Сприйняття людини (дитини чи дорослої) відбувається крізь призму її статевої належності. Стать — перша ознака, з якою людина приходить у світ і з якої починається розмова про неї. Народилася дитина. «Хто? — запитуємо ми. — Хлопчик чи дівчинка?» Що ж таке стать?

Стать людини — це сукупність біологічних і психосоціальних ознак, що відрізняють чоловіка й жінку.

Основна відмінність між чоловічим і жіночим організмами пов'язана з тим, що вони виробляють різні статеві клітини, злиття яких є основою зародження нового організму. Проте між обома статями є ще багато інших відмінностей. Тому стать людини диференціюється на певні складові *(рис. 214)*, що об'єднуються в групи статевих ознак: біологічну й психосоціальну.

Біологічна стать — це сукупність морфологічних, фізіологічних і генетичних особливостей, що забезпечують продовження роду.

Хромосомна стать. Як ви пам'ятаєте, 22 пари хромосом (аутосоми) у чоловіків і жінок однакові. Вони розрізняються лише за 23-ю парою — статевими хромосомами. У жінок обидві хромосоми однакові й позначаються XX (одна хромосома від батька, друга — від матері). У чоловічому організмі 23-я пара містить різні хромосоми — X від матері та Y від батька. Тобто Y-хромосома буває тільки в чоловічому організмі й зумовлює формування чоловічих ознак на генетичному рівні.

Яйцеклітина містить тільки одну X-хромосому, а сперматозоїд може мати або X-, або Y-хромосоми *(рис. 215)*. Співвідношення сперматозоїдів з X- або Y-хромосомами становить приблизно 1:1. Запліднення яйцеклітини сперматозоїдом, що несе X-хромосому, дає початок жіночому організмові (X+X=XX), а сперматозоїдом з Y-хромосомою — чоловічому (X+Y=XY), що зображено на *рис. 215* і *216*.

Отже, стать майбутньої дитини залежить від випадкового поєднання яйцеклітини з одним з двох типів сперматозоїдів. А співвідношення новонароджених хлопчиків і дівчаток статистично майже однакове.

Гонадна стать ще називається справжньою статтю. Остання назва пов'язана з тим, що статеві залози (гонади) виробляють як статеві клітини, що визначають гаметну стать людини, так і відповідні жіночі або чоловічі гормони, які визначають її гормональну стать.

Гормональна стать. Як тільки плід матиме статеві залози, вони починають виробляти гормони: *андрогени* (з грецьк. *чоловік*) й *естрогени* (з грецьк. *прагнення*). Обидва види гормонів утворюються як чоловічими, так і жіночими статевими залозами, але в різних кількостях. Ці гормони забезпечують формування зовнішніх і внутрішніх статевих органів, процеси статевого дозрівання та розвиток вторинних статевих ознак. Останні безпосередньо не пов'язані зі статтю, але є характерними особливостями чоловічого та жіночого організмів.

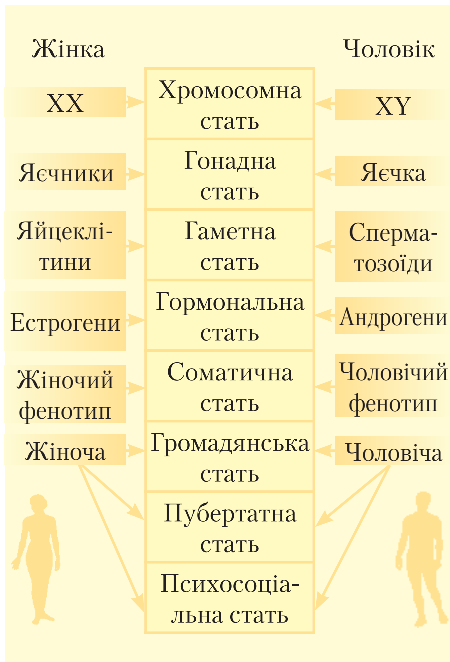


Рис. 214. Складові статі людини

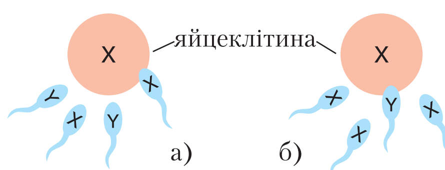


Рис. 215. Статеві хромосоми в яйцеклітині та сперматозоїдах:
а) утворення жіночого організму;
б) утворення чоловічого організму

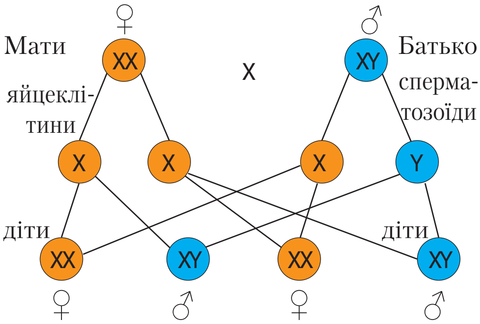


Рис. 216. Співвідношення новонароджених хлопчиків і дівчаток приблизно однакове (♀ — символом Венери *(люстерко)* позначають жіночу стать, ♂ — символом Марса *(щит і меч)* позначають чоловічу стать)

Іноді внаслідок певних «пошкоджень» у генетичній програмі (наприклад, при вживанні вагітною жінкою деяких лікарських засобів, алкоголю або наркотиків, під дією радіації тощо) у плоді з чоловічою хромосомою (Y) внутрішні й зовнішні статеві органи розвиваються переважно за жіночим типом з окремими чоловічими ознаками. Таке явище має назву *гермафродитизму*, а людину, яка страждає на нього, називають *гермафродитом*. Цей термін походить із давньогрецької міфології: сина Гермеса й Афродіти — прекрасного Гермафродита — палко покохала німфа, яка зажадала вічного з'єднання з ним. Боги Олімпу почули її благання: тіла юнака та німфи з'єдналися, утворивши двостатеву особу.

Гермафродити, як правило, мають зовнішні статеві органи, що нагадують як жіночі, так і чоловічі. У них водночас є недорозвинена матка, зачатки яєчників і недорозвинений статевий член і зачатки яєчок. Діти усвідомлюють ці вади вже в 4–10 років і тяжко страждають через них. Найкращим способом лікування є хірургічне формування чоловічих статевих органів і видалення зачатків жіночих, бо такі люди найчастіше мають чоловічий генотип (XY). Змінити стать гермафродита в дорослому віці дуже складно.

Соматична стать — особливості морфологічної будови організму, що пов'язані з реалізацією статевої функції. Це первинні та вторинні статеві ознаки (наприклад, обриси тіла: широкі плечі й вузький таз у чоловіків, вузькі плечі та широкий таз у жінок; ріст волосся за чоловічим або жіночим типом; чоловічий або жіночий голос тощо; жіночий або чоловічий зовнішній вигляд, габітус).

Громадянська стать визначається лікарем за первинними статевими ознаками відразу після народження дитини. Вона записується в документах (наприклад, у свідоцтві про народження).

Психосоціальна стать пов'язана із самоусвідомленням людиною своєї природної належності до осіб чоловічої чи жіночої статі. Таке самоусвідомлення в дитини розвивається у 2–3 роки. Безумовно, у цьому відіграють роль усі вищезгадані біологічні механізми, але взірці поведінки певної статі діти беруть від батьків, ровесників та інших людей.

Після статевого дозрівання в людини остаточно формується психологічна модель статевої поведінки. Вона проявляється виникненням інтересу до осіб протилежної статі, що є реалізацією статевого інстинкту, в особливій — жіночій або чоловічій — поведінці, манері вдягатися, зачісуватися, вести розмову тощо.

З перших днів життя дитини соціальне середовище відіграє вирішальну роль у формуванні рис, притаманних чоловіку чи жінці. Згадаймо типові

заспокійливі слова батьків, коли їхні малюки роблять перші, не завжди вдалі кроки в житті: «Не плач — ти ж майбутній воїн, а чоловіки не плачуть» — заспокоюють хлопчика, «Умий краще рученята: дівчатка мають бути охайними» — кажуть дівчинці. Такі відповідні «дороговкази» супроводжують дітей усюди — удома, у дитячому садку, у школі, вони чують про це з телевізійних екранів, читають у книжках. Усе це соціалізує дитину й формує поняття про статеву або гендерну роль у суспільстві.

Статеве дозрівання — процес досягнення організмом такого анатомічного та фізіологічного розвитку, що робить його здатним до продовження роду.

Основною біологічною ознакою статевого дозрівання є вироблення дозрілих статевих клітин — яйцеклітин у дівчат і сперматозоїдів у хлопців. Відповідний процес у вищих тварин указує на їхню здатність із цього моменту до відтворення до себе подібну.

Це треба пам'ятати! «Біологічний годинник» статевого дозрівання в людини, на відміну від вищих тварин, випереджає момент повного анатомічного, фізіологічного, психологічного й соціального дозрівання, які дають людині можливість мати дітей.

Наприклад, 12-річна дівчинка, у якої почалася перша менструація — прояв дозрівання яйцеклітин, — тільки теоретично може стати матір'ю, адже за всіма іншими показниками (біологічними, психологічними, соціальними) її організм ще не готовий до материнства.

Статеве дозрівання — складний фізіологічний процес, під час якого дуже напружено працюють усі органи й системи, особливо нервова й ендокринна. Від того, як воно відбувається, часто залежить усе подальше життя людини, адже в цей час формуються зріст і фігура, м'язова сила й краса обличчя, ставлення (поважне, зацікавлене або байдуже, презирливе) до осіб протилежної статі.

Тому в період статевого дозрівання, який уважають одним із найкритичніших у житті людини, треба добре харчуватися, часто бувати на свіжому повітрі, займатися спортом, уникати різних зловживань.

Це треба пам'ятати! Уживання алкоголю, наркотиків, куріння в період статевого дозрівання — дуже небезпечне. Унаслідок цього уповільнюється ріст, м'язи стають млявими, шкіра зморщується, знижуються потенційні можливості статевої системи.

Статеве дозрівання дівчат і менструальний цикл. У дівчат приблизно в 10–12 років гормони передньої частки гіпофіза стимулюють розвиток яєчників. Вони виробляють жіночі статеві гормони, унаслідок чого збільшуються молочні залози, відбувається ріст скелета й оволосіння тіла за жіночим типом.

У цей час починають дозрівати яйцеклітини, з'являється перша *менструація* (з латин. *місячний, щомісячний*). Вона — вияв того, що дівчинка стала дівчиною. І хоча яйцеклітина вже може запліднитися, але організм дуже молодої дівчини ще не готовий для повноцінного виношування плоду.

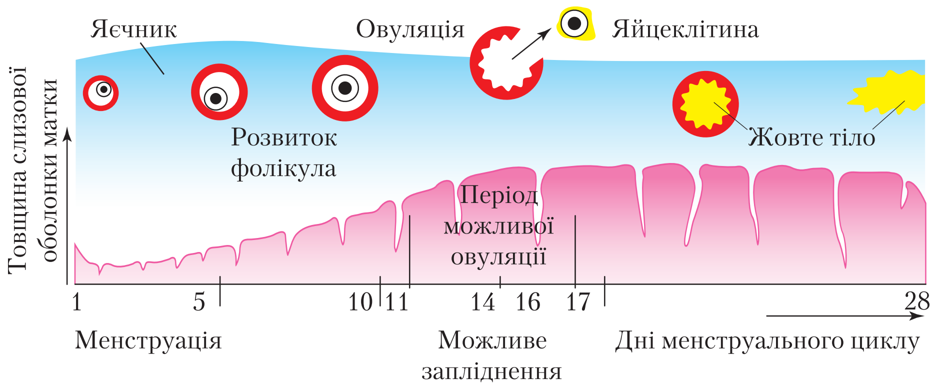


Рис. 217. Менструальний цикл

Процес дозрівання яйцеклітин перебігає циклічно й називається *менструальним циклом (рис. 217)*. Тривалість його — 24–30 (найчастіше 28) днів. Приблизно в середині циклу відбувається *овуляція*, тобто вихід яйцеклітини з фолікула.

На місці фолікула, що лопнув, утворюється *жовте тіло*. Це — тимчасова залоза внутрішньої секреції, що продукує гормон вагітності (прогестерон). Його функцією є затримка дозрівання інших фолікулів, підготовка матки до прийняття заплідненої яйцеклітини (товщина її слизової оболонки збільшується, вона стає пухкою, проростає великою кількістю судин, переповнених кров'ю).

Запліднення відбувається в матковій трубі. Якщо цього не сталося, через 5–6 діб яйцеклітина гине, жовте тіло руйнується, припиняючи вироблення своїх гормонів, потовщена слизова оболонка матки відмирає й відшаровується разом із новоутвореними судинами. Виникає тимчасова маткова кровотеча, або менструація, що триває три–п'ять днів. Після її закінчення слизова оболонка матки відновлюється, і цикл розпочинається спочатку, але яйцеклітина дозріває вже в другому яєчнику.

Перша менструація в дівчат зазвичай буває в 11–14 років. Приблизно півроку-рік менструації можуть бути нерегулярними й неповноцінними. Якщо ж у дівчини немає менструацій у 15–16 років або вони супроводжуються сильним болем чи кровотечею, необхідно звернутися до лікаря.

Статеве дозрівання хлопців розпочинається у 12–14 років і закінчується у 18–20. Під дією чоловічих статевих гормонів, які під контролем гіпофіза виробляють яєчка, вони швидше ростуть, збільшується маса й сила м'язів, формується чоловіча статура. З'являються інші вторинні статеві ознаки: ріст волосся на обличчі, збільшується розмір надгортанника, грубішає голос. Обличчя набуває «чоловічих» рис *(рис. 218)*. Розпочинається вироблення сперматозоїдів і сперми. Мимовільне її виділення під час сну називається *полюцією* (з латин. *забруднення*). Це — фізіологічне явище, яке свідчить про те, що хлопчик став юнаком. Однак говорити про його готовність до створення сім'ї в 14–16 років і виконання відповідної соціальної функції батька ще дуже рано.




Рис. 218. Зміна обличчя юнака до й після статевого дозрівання

Думаємо, розуміємо, відповідаємо. 1. Поясніть, чому виділення такої кількості складових статі є доцільним і практично значущим. Чому недостатньо понять «жіноча» чи «чоловіча стать»? Наведіть приклади. **2.** Визначте основні відмінності між чоловічим і жіночим організмами. **3.** Укажіть ознаки, що відрізняють хромосомну стать чоловіка та жінки. **4.** Намалюйте в зошиті схему й зробіть позначення: як при заплідненні утворюються жіночий і чоловічий організми. **5.** Проаналізуйте ознаки соматичної статі чоловіка та жінки. Як із нею пов'язана громадянська стать людини? **6.** Визначте вияви психосоціальної статі людини. **7.** Доведіть, що період статевого дозрівання — дуже важливий і визначальний для кожної людини. **8.** Поясніть фізіологічні механізми статевого дозрівання жінки. **9.** Поясніть біологічне значення маткових труб для менструального циклу. **10.** Визначте взаємозв'язок між менструальним циклом, овуляцією та функцією жовтого тіла. **11.** Як відбувається статеве дозрівання в хлопців?

Самостійна робота з підручником. Користуючись матеріалом параграфа, випишіть у зошит невідомі вам терміни та поясніть їх.

Домашнє завдання. Напишіть у зошиті, чому потрібно сказати «ні» курінню, алкоголю, наркотикам.

§ 65 ФІЗІОЛОГІЧНІ МЕХАНІЗМИ ЗАПЛІДНЕННЯ І ВНУТРІШНЬОУТРОБНОГО РОЗВИТКУ. ВАГІТНІСТЬ І ПОЛОГИ

ОСНОВНІ ПОНЯТТЯ І ТЕРМІНИ: онтогенез, запліднення, зародок, імплантація, зародкові оболонки й листки, плід, плацента, вагітність, пологи, перейми, потуги.

Поняття про онтогенез. Пригадаймо, що ***онтогенез*** (з грецьк. *щось існуюче* та *походження, виникнення*) — процес індивідуального розвитку організму від моменту запліднення яйцеклітини до його смерті. Термін запропонував німецький учений ***В. Геккель*** у 1886 р.

Для організмів, розмноження яких відбувається статевим шляхом, прийнято визначати такі основні періоди онтогенезу: *ембріональний*, або

ембріогенез (з грецьк. *плід*), — від моменту запліднення до моменту народження дитини, і *післяембріональний* — від народження організму до його смерті.

Кожний період має певні етапи, за основу яких узято послідовні біохімічні, анатомічні та фізіологічні зміни, пов'язані з реалізацією генетичної програми, закладеної в генотипі зиготи.

Запліднення — процес злиття сперматозоїда з яйцеклітиною, унаслідок чого утворюється зигота. У цей момент відновлюється диплоїдний набір хромосом.

Щоб сталося запліднення, здійснюється багато різних процесів. Насамперед між чоловіком і жінкою має відбутися статевий акт, у результаті якого сперма потрапляє глибоко в піхву жінки. Кількість її має бути не менше трьох мілілітрів із вмістом у ній сперматозоїдів не менше 20 млн у мілілітрі. Вони мають бути достатньо рухливими й активними, а маткові труби — прохідними.

Потрапивши в піхву, сперматозоїди рухаються до матки й далі — до маткової труби *(рис. 219)* зі швидкістю 3 мм/хв, де зустрічаються з дозрілою яйцеклітиною.

У матковій трубі, ближче до її ампули, мільйони сперматозоїдів «атакують» яйцеклітину, але проникнути в неї зможе лише один. Потім відбувається злиття ядер яйцеклітини та сперматозоїда *(рис. 220)*. Від цього моменту, який відповідає початку онтогенезу, розпочинається існування нового організму.

Зародок та етапи його розвитку. ***Зародком*** називається організм від моменту запліднення до восьмого тижня (включно) внутрішньоутробного розвитку. Це найважливіший, найвідповідальніший і найкритичніший період, протягом якого відбувається закладання всіх органів і тканин людини.

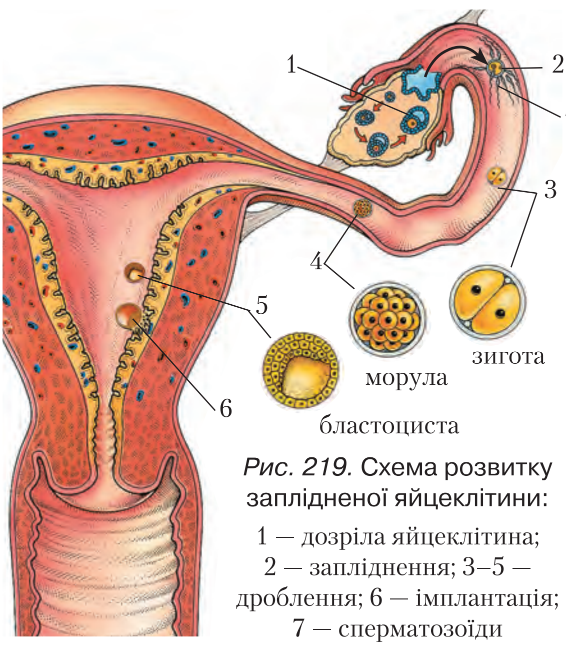


Рис. 219. Схема розвитку заплідненої яйцеклітини:

1 — дозріла яйцеклітина; 2 — запліднення; 3–5 — дроблення; 6 — імплантація; 7 — сперматозоїди

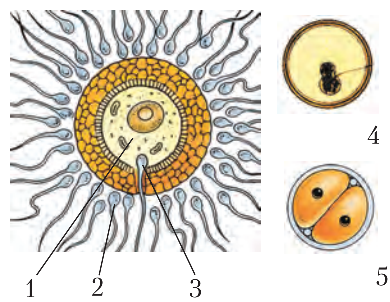


Рис. 220. Запліднення:

1 — яйцеклітина; 2 — сперматозоїди; 3 — проникнення одного із сперматозоїдів у яйцеклітину; 4 — злиття генетичного матеріалу яйцеклітини *(23 хромосоми)* і сперматозоїда *(23 хромосоми)* з утворенням зиготи; 5 — зигота

Це треба пам'ятати! Якщо жінка під час вагітності вживатиме алкоголь, наркотики, різні лікарські препарати або захворіє на грип чи краснуху, то в неї може народитися дитина з тяжкими вадами розвитку, недоумкувата або дуже квола.

Зародковий розвиток має певні етапи: дроблення, утворення зародкових листків і оболонок, утворення тканин і органів. До моменту закінчення цього періоду новоутворений організм набуває характерних людських рис.

Дроблення зиготи розпочинається через декілька годин після запліднення. Воно продовжується кілька діб, а до середини шостої доби зародок уже має понад 100 клітин. Розмір зародка при цьому не збільшується.

На сьому добу після запліднення зародок починає заглиблюватися в стінку матки, утворюючи первинні ворсинки. Це дуже важливий процес. З'єднання зародка з організмом матері називається *імплантацією* (від *ім-* латин. *plantation — пересадка, рис. 219*). Зародкові клітини мають ферменти, що частково руйнують слизову оболонку матки та судини. Зародок оточується кров'ю, що витікає з пошкоджених судин, і починає отримувати з неї поживні речовини й кисень. Від цього моменту зародкові клітини, які «дихали» за рахунок анаеробного, безкисневого, газообміну, переходять на аеробний, кисневий.

Після імплантації розпочинається ріст зародка та процеси диференціації його клітин. З певної їхньої частини формуються позазародкові структури — зародкові оболонки, а інші утворюють власне зародок.

Зародкові оболонки утворюються із шарів клітин, які є в місці безпосереднього прикріплення зародка до стінки матки *(рис. 222)*. Клітини зовнішнього шару зародка розростаються, у них проростають кровоносні судини та формуються вторинні ворсинки. Останні з'єднуються з кровоносними судинами матері, утворюючи згодом дитяче місце, або плаценту. Починаючи з другого тижня утворюється тонка сполучнотканинна оболонка плідного міхура, що оточує зародок *(рис. 223, 224)*. Його внутрішні клітини виробляють рідину — *навколоплідні води (рис. 224)*, у яких плід «плаває». Вони захищають його від різних механічних ушкоджень. До моменту народження дитини накопичується 1–1,5 л навколоплідних вод. На 10–14-й день після запліднення клітини зародкового щитка розщеплюються на три шари, або зародкові листки,

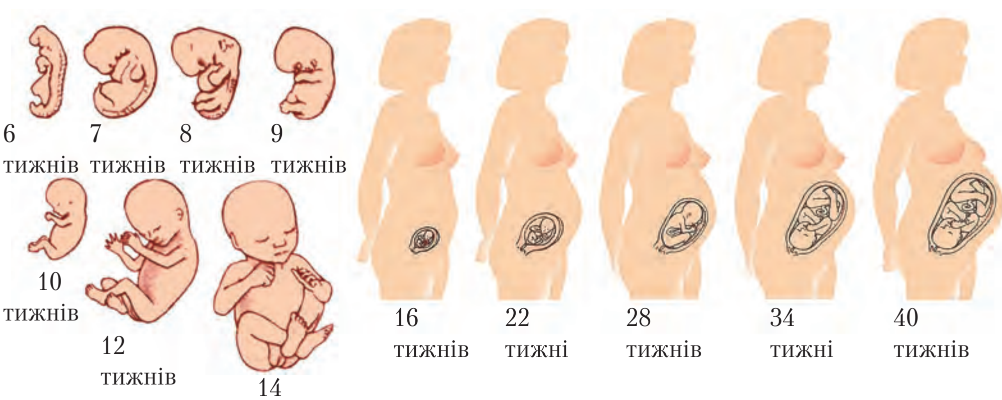


Рис. 221. Етапи розвитку зародка та плоду

з яких потім утворяться всі органи й тканини *(рис. 222)*. На 16–18-й день у зародка утворюються судини й починає битися серце, з'являються зачатки вух і очей, головного мозку.

Наприкінці шостого тижня в нього вже помітні нервова трубка, хорда, кишка тощо. У цей же час у зародка, який не більший за рисове зернятко *(рис. 221)*, з'являються зачатки рук і ніг.

Плід — це організм після дев'ятого тижня внутрішньоутробного розвитку й до моменту народження. Із самого початку він має «людські» обриси, а з 12-го тижня — це вже маленька людина.

На дев'ятому тижні плід досягає довжини 3–3,5 см і маси 4 г. Серце має чотири камери й скорочується з частотою 130–150 ударів за хвилину. Печінка — основний орган кровотворення — повністю формується в нього до 20-го тижня.

З 12-го тижня поступово відбувається окостеніння скелета, починають функціонувати м'язи. Наприкінці третього місяця плід уже має довжину 8–10 см, його маса — 40 г; голова становить 1/3 довжини тіла.

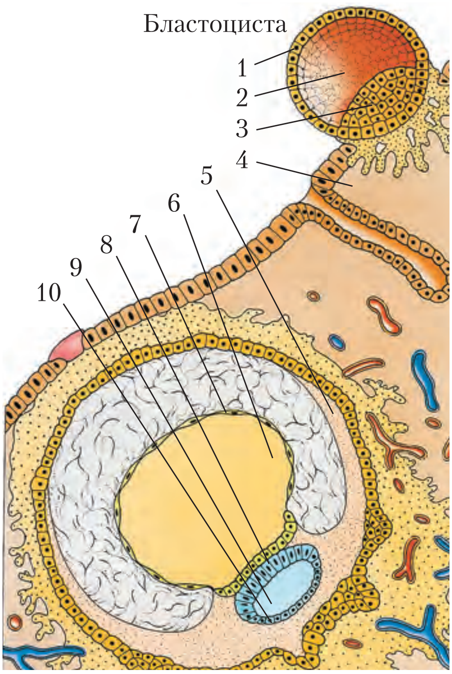


Рис. 222. Зародкові оболонки та листки:

1 — трофобласт; 2 — заповнена рідиною порожнина бластоцисти; 3 — внутрішня клітинна масса; 4 — ендометрій; 5 — мезодерма *(середній зародковий листок)*; 6 — жовтковий листок; 7 — ендодерма *(внутрішній зародковий листок)*; 8 — зародковий щиток; 9 — амніотична порожнина; 10 — ектодерма *(зовнішній зародковий листок)*

З 18–20-го тижня плід починає рухатися, і ці його слабкі поштовхи відчуває мати. Плід уже згинає пальчики, робить кумедні гримаси, відкриває рот, повертає голівку, навіть намагається смоктати палець.

До 20-го тижня в плоду повністю формується орган слуху, і він різними рухами може реагувати на звуки, зокрема на голосну музику. З 28-го тижня, коли в плоді вже добре розвинений головний мозок, він здатний реагувати не тільки на силу звуку, а й на його «якість»: дуже погано реагує на суперечки між батьками, однак йому подобаються ніжні звертання до нього, тиха мелодійна музика.

Починаючи з четвертого місяця розвитку плоду завершується формування бронхів і легенів, а з шостого місяця вже спостерігаються рухи грудної клітки, які нагадують дихальні.

Наприкінці восьмого місяця вагітності — маса плоду 1500–1600 г і довжина 40 см. Він починає готуватися до пологів — повертається головою вниз. На дев'ятому місяці його маса досягає 3200–3800 г, а довжина 50–54 см. Такий плід уже може існувати поза організмом матері.



Рис. 223. Плід людини (9–10 тижнів)

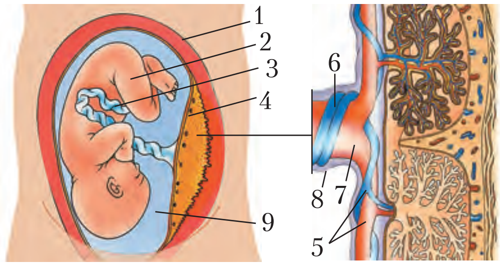


Рис. 224. Плацента й пуповина:
1 — стінка матки; 2 — плід; 3 — пуповина; 4 — плацента; 5 — кровоносні судини; 6 — пупкові артерії; 7 — пупкова вена; 8 — пупковий канатик; 9 — навколоплідні води

Плацента, або *послід (рис. 224),* утворюється на початку третього тижня життя зародка. Довжина її судин, складених разом, сягає 50 км. До моменту народження дитини діаметр плаценти досягає 15–20 см, а маса — 500–600 г. Для плоду вона є життєво необхідним тимчасовим органом і безперервно росте разом із ним. Плацента має бути вище голови плоду. Якщо трапиться навпаки, то вона відійде раніше за плід, що може спричинити його загибель і смертельну кровотечу в матері.

З дитиною плаценту зв'язує пупковий канатик, або пуповина *(рис. 223, 224)*.

Кровоносні судини матері та плоду в плаценті тісно взаємодіють між собою. Це забезпечує безперебійне постачання майбутньої дитини поживними речовинами, киснем, а також видалення з її організму перероблених і шкідливих продуктів обміну речовин.

Це треба пам'ятати! Оберігаючи дитину від різних шкідливих речовин, плацента, на жаль, не може протистояти алкоголю, нікотину та наркотикам. Виявлено, що нікотин накопичується в ній і в навколоплідних водах, а чадний газ та інші складові тютюнового диму погіршують постачання плоду киснем.

Самолікування від різних хвороб під час вагітності неприпустиме, оскільки більшість лікарських препаратів також проникають крізь плаценту в організм плоду й отруюють його або спричиняють різні вади розвитку.

Плаценту можна назвати тимчасовою ендокринною залозою, бо вона виробляє гормони, які стимулюють підготовку молочних залоз до годування дитини, запобігають передчасному скороченню м'язів матки, пригнічують процес овуляції на період вагітності (у вагітних жінок припиняється менструація).

Кровообіг плоду. Плацента забезпечує життєвий зв'язок між матір'ю й плодом, який розвивається. У ній потоки крові від обох організмів зближуються, аби забезпечити живлення плоду, але при цьому вони ніколи не змішуються. Кров, що рухається пуповиною, збагачується киснем від матері через плаценту. Потім вона проходить через серце, голову й тіло плоду, віддаючи на своєму шляху кисень. Щоб поповнити запаси кисню, кров повертається через серце до плаценти, майже повністю обходячи легені. У плаценті кров плоду

вбирає кисень і залишає продукти обміну (наприклад, CO_2), які надходять у кровотік матері.

Зміни в організмі жінки під час вагітності. ***Вагітність*** — фізіологічний процес в організмі жінки, під час якого із заплідненої яйцеклітини розвивається плід.

Вагітність для жінки — радісний час очікування майбутньої дитини. Нормальна вагітність триває дев'ять місяців, або 40 тижнів (270–280 днів), — від моменту запліднення яйцеклітини до пологів. Першою ознакою вагітності є припинення менструації.

Маса новонародженої дитини в 6–8 мільярдів разів перевищує масу заплідненої яйцеклітини. Тому процес вагітності дуже складний і напружений для організму жінки. Найкращий вік для народження дітей — 18–30 років. Для дівчини-підлітка або 35–40-річної жінки вагітність може стати надто тяжким випробуванням. Адже коли росте плід, збільшується матка й кількість навколоплідних вод *(рис. 225),* на 40–50 % зростає навантаження на серце, обмін речовин налаштовується на забезпечення плоду поживними речовинами й енергією. Плід забирає з організму жінки значну кількість поживних речовин, вітамінів, мінеральних солей (насамперед кальцію, необхідного для побудови скелета), потрібних для росту й розвитку його тканин і органів. У вагітної жінки напруженіше працюють органи кровотворення, нирки та печінка, бо їм треба переробляти та виводити з організму не тільки продукти обміну речовин вагітної, а й плоду. Імунна система вагітної жінки також працює з підвищеним напруженням. Через імунні зрушення під час вагітності можуть загострюватися різні хронічні запальні процеси. Тому жінка, яка хоче мати дитину, має дбати про своє здоров'я.

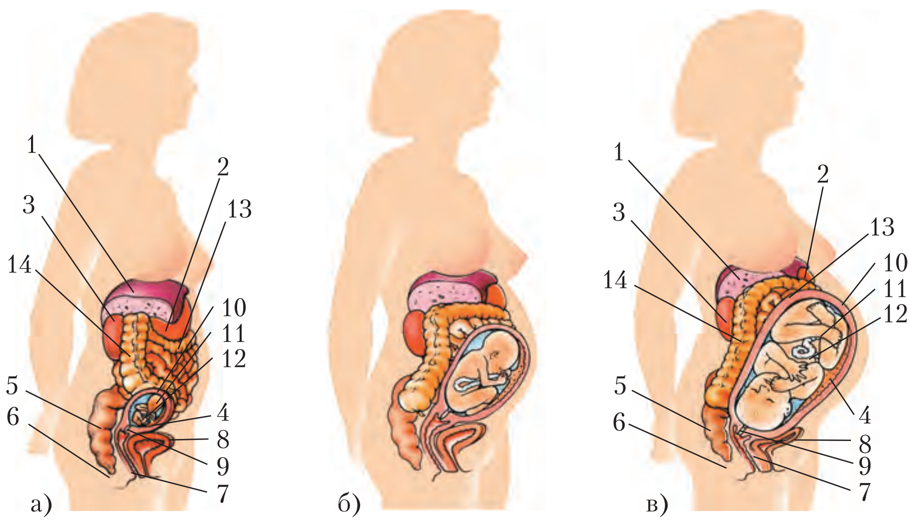


Рис. 225. Зміна положення внутрішніх органів у вагітної жінки:

а) перший триместр; б) другий триместр; в) третій триместр *(1 — печінка; 2 — шлунок; 3 — нирка; 4 — плацента; 5 — пряма кишка; 6 — анальний отвір; 7 — піхва; 8 — сечовий міхур; 9 — шийка матки; 10 — матка; 11 — плід; 12 — пуповина; 13 — тонка кишка; 14 — товста кишка)*

Пологи — це процес народження дитини й відходження плаценти. Початком пологів є настання регулярних *переймів* — скорочень матки (гіпофіз виробляє гормон, який у певний час спричиняє перейми), що супроводжуються болем. Період переймів триває 10–20 год. Вони сприяють виходу плоду з матки *(рис. 226)*.

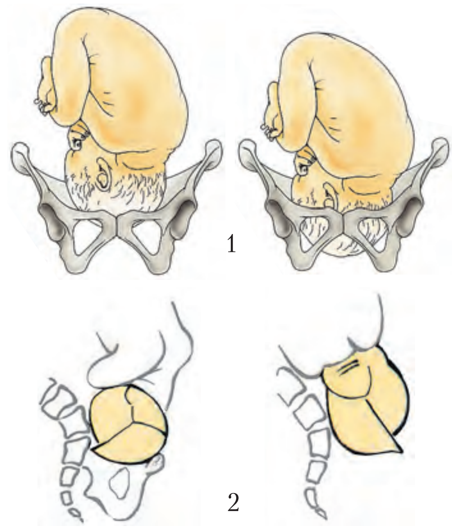


Рис. 226. Перший період пологів:
1 — опущення голови; 2 — пристосування кісток черепа дитини до розмірів родових шляхів

У наступний період пологів, який триває від 30 хв до години *(рис. 227)*, голова й тільце плоду виходять із шийки матки й проходять у піхву. Починаються потуги. При цьому сильно скорочуються м'язи черевного преса та діафрагма, що сприяє виштовхуванню плоду з родових шляхів. Під час нормальних пологів спочатку виходить назовні голова дитини, а потім і все тіло. Та її організм залишається з'єднаним пуповиною з материнським.

Дитина, яка щойно народилася, кричить. З цим криком вона робить перший вдих. Розпрямляються легені, припиняється спільний з організмом матері кровообіг і дитина фізіологічно стає окремим, самостійним організмом. У цей час лікар (акушер) перев'язує та перерізає пуповину.

Протягом наступних 30 хв відходить плацента.

При неправильному положенні плоду в матці, а також при певних патологіях (наприклад, «вузький таз») жінці роблять хірургічну операцію — кесарів розтин — розрізають стінку живота й матку та виймають звідти дитину й плаценту.

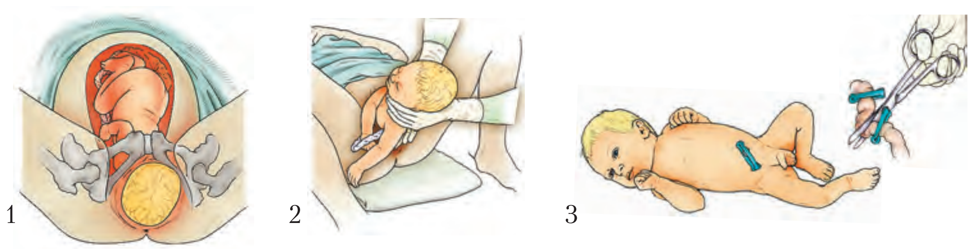


Рис. 227. Другий період пологів:
1 — акушер допомагає голові вийти з отвору піхви; 2 — акушер допомагає тільцю дитини вийти назовні *(ніжки ще знаходяться всередині)*; 3 — перерізування пуповини після народження дитини

Думаємо, розуміємо, відповідаємо. 1. Визначте поняття «онтогенез» і його періоди. **2.** Проаналізуйте процес запліднення. Скільки сперматозоїдів проникає в яйцеклітину? **3.** Обґрунтуйте біологічні механізми імплантації. **4.** Розгляньте *рис. 222* і поясніть біологічне значення зародкових оболонок і листків. **5.** Що таке *плід*? Які ви знаєте основні етапи його формування? **6.** Доведіть

надзвичайно велике значення плаценти та пуповини. Яка роль навколоплідних вод? **7.** Проаналізуйте й визначте особливості кровообігу плоду. **8.** Розгляньте *рис. 225* і поясніть, як змінюється положення внутрішніх органів у вагітної жінки. Доведіть, що вагітність — серйозне випробовування для організму жінки. **9.** Які зміни самопочуття можуть виникати у вагітної жінки? Які ознаки порушення її здоров'я можуть з'являтися? **10.** Дайте визначення біологічному явищу — пологам. **11.** Яка особливість будови голови плоду допомагає процесу пологів? Для відповіді скористайтеся *рис. 226*.

Самостійна робота з підручником. **1.** Знайдіть у тексті параграфа матеріал про критичні моменти для зародка та плоду. Поясніть, які чинники можуть йому зашкодити в ці моменти. **2.** Розгляньте *рис. 221* і з'ясуйте, що є спільного, а що відмінного між зародком і плодом у період із 6-го по 40-й тиждень вагітності.

Домашнє завдання. Перемалюйте в зошит у вигляді схеми *рис. 219* і позначте, які процеси відбуваються при імплантації зародка в матку.

§ 66 ГІГІЄНА ВАГІТНОЇ ЖІНКИ. ГОДУВАННЯ ДИТИНИ ГРУДЬМИ. ПОРУШЕННЯ ПІД ЧАС ВАГІТНОСТІ. ШКІДЛИВИЙ ВПЛИВ ТЮТЮНУ, АЛКОГОЛЮ, НАРКОТИКІВ НА ОРГАНІЗМ ПЛОДУ

ОСНОВНІ ПОНЯТТЯ І ТЕРМІНИ: гігієна вагітної жінки, лактація, материнське молоко, багатоплідна вагітність, близнята, резус-конфлікт, позаматкова вагітність, безпліддя.

Гігієна вагітної жінки. Під час вагітності жінці необхідно правильно харчуватися. Їжа має містити необхідну кількість калорій (треба враховувати енергетичні потреби плоду) і бути збалансованою за вмістом білків, жирів, вуглеводів, вітамінів і мінеральних солей.

Особливу увагу необхідно звернути на наявність у їжі кальцію та йоду, оскільки за нестачі кальцію в жінки можуть руйнуватися зуби, а в плоду — порушуватися розвиток скелета. Нестача йоду через порушення синтезу йодовмісного гормона щитоподібної залози — тироксину — може призвести до народження дитини, хворої на кретинізм.

Не потрібно переїдати, бо дитина набере надто велику вагу, і це ускладнить пологи.

Вагітній треба частіше перебувати на свіжому повітрі, щоб насичувати організм киснем; виконувати спеціальний комплекс гімнастичних вправ для зміцнення м'язів черевного преса й таза, аби полегшити пологи.

Не можна курити, уживати алкоголь і наркотики, бо це спричиняє вади розвитку дитини.

Потрібно уникати контактів із хворими на грип та особливо на краснуху. Не вживати лікувальні препарати, окрім тих, що призначені лікарем.

Одяг має бути вільним, легким, виготовленим із натуральних тканин, а взуття — на низьких підборах.

Необхідно дотримуватися гігієнічних правил догляду за шкірою для полегшення її дихальної та видільної функцій.

Важливою є гігієна нервової діяльності. Страх, неспокій матері, поганий сон спричиняють утворення в її крові біологічно активних речовин, які потрапляють в організм плоду. Через це дитина народжується неспокійною, часто плаче, погано спить. Учені довели, що знервований стан вагітної жінки може призвести до погіршення нервової діяльності майбутньої дитини протягом усього її життя.

Увесь період вагітності жінка має перебувати під наглядом лікаря. У жіночій консультації їй завжди нададуть потрібну допомогу, контролюватимуть стан здоров'я, навчать, як поводитися під час пологів, аби народити здорову дитину.

Годування дитини грудьми. Як тільки відбулися пологи, у породіллі починає вироблятися молоко. Цей процес називається *лактацією* (з грецьк. *молоко*). Він передусім залежить від фізичного здоров'я жінки, її психічного стану та якості харчування.

Новонароджена грудна дитина має надзвичайну потребу в материнському молоці, бо воно містить життєво необхідні для неї речовини: білки, жири, вуглеводи, мінеральні солі, вітаміни в сполуках, які легко засвоюються дитячим організмом. З материнським молоком дитина одержує антитіла проти багатьох хвороб, тому вона хворіє менше, аніж та, яку годують коров'ячим молоком, поживними сумішами тощо.

Відлучати дитину від грудей треба дуже обережно. На 4–6-му місяці життя її треба привчати їсти різні продукти харчування (соки, картопляне пюре, овочеві перетерті супи тощо). Одержуючи все більше різноманітної їжі, дитина почне рідше вживати материнське молоко. Це, звичайно, веде до зменшення інтенсивності лактації. Найкраще, коли в перший рік основним харчуванням дитини є грудне молоко в поєднанні з іншими продуктами, а відлучення від грудей відбудеться на другому році життя.

Порушення під час вагітності. Багатоплідна вагітність. Природний добір у процесі еволюції людини був спрямований на народження однієї дитини. Це зумовлено тим, що вона буде міцнішою, їй дістанеться більше материнського молока. Однак інколи жінка народжує водночас кількох дітей.

Це трапляється тоді, коли запліднена яйцеклітина ділиться під час першого поділу на дві однакові, що відокремлюються одна від одної та дають початок двом самостійним організмам. При цьому народжуються однояйцеві близнята. Вони завжди мають однакову стать і дуже схожі одне на одного *(рис. 228)*. В однояйцевих близнят завжди однакові група крові, відбитки пальців *(рис. 229)*, навіть собака не розрізнить їх за запахом.



Рис. 228. Четверо сестер — приклад повної фенотипової подібності однояйцевих близнят



Рис. 229. Відбитки пальців однояйцевих близнят

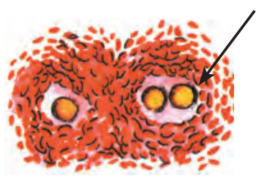


Рис. 230. Яйцеклітина з двома ядрами *(позначена стрілкою) (у цьому випадку велика ймовірність народження двояйцевих близнят)*



Рис. 231. Дві дозрілі яйцеклітини в яєчнику *(у цьому випадку велика ймовірність утворення двох зигот і народження двояйцевих близнят)*



Рис. 232. Двояйцеві близнята *(двійня)*

Коли в організмі жінки утворюється яйцеклітина з двома ядрами *(рис. 230)* або одночасно дозрівають дві яйцеклітини *(рис. 231)*, які також одночасно запліднюються різними сперматозоїдами, народжуються двояйцеві близнята (двійня) *(рис. 232)*. Ці організми генетично різні, вони можуть бути навіть різної статі й схожі між собою так само, як бувають схожими діти одних батьків, народжені в різний час.

Поняття про резус-конфлікт. Якщо мати резус-негативна, а батько — резус-позитивний, то їхня дитина може успадкувати батькову резус-позитивну належність. За умови цілковитого репродуктивного здоров'я вагітної жінки відмінність між резусами її та плоду значення не має, оскільки їхня кров не змішується. Однак запальні процеси, зокрема спричинені абортами, підвищують проникність судин плаценти. Під час фізіологічних пологів, а особливо при штучному перериванні вагітності, в організм матері може потрапити невелика кількість резус-позитивної крові плоду. Його резус-фактор сприймається материнським організмом як антиген — чужорідна речовина. Організм матері починає виробляти антитіла — чинники гуморального імунітету білкової природи, що накопичуються в крові. За умови наявності антитіл і підвищеної проникності плацентарних капілярів між організмом плоду й матері може виникнути резус-конфлікт *(рис. 233)*. Антитіла, проникаючи крізь плаценту в кров плоду, руйнують його еритроцити, спричиняючи їхній гемоліз. У плоду розвивається недокрів'я (анемія). Виникає тяжке отруєння організмів плоду й матері (плід навіть може загинути).

Це треба пам'ятати! Резус-конфлікт найчастіше виникає при повторних вагітностях, особливо якщо попередня була штучно перервана (аборт).

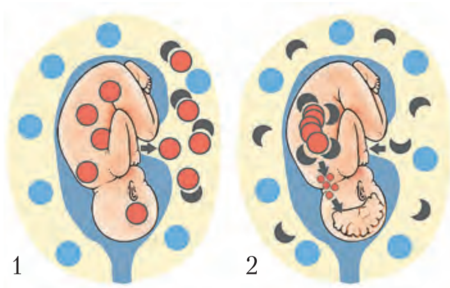


Рис. 233. Схема виникнення резус-конфлікту:

1 — якщо кров плоду резус-позитивна *(червоні кола)*, а в матері — резус-негативна *(блакитні кола)*, розвивається резус-конфлікт. У відповідь на резус-позитивний білок, що міститься в еритроцитах плоду, організм матері виробляє антитіла *(чорні півкола)*; 2 — через плаценту антитіла проникають у кров плоду, руйнують його еритроцити. Продукти їх розпаду *(дрібні червоні цятки)* потрапляють з кров'ю в мозок плоду й пошкоджують його

Трубна, або **позаматкова, вагітність.** Така вагітність виникає тоді, коли зародок імплантується поза маткою, найчастіше в різних місцях маткових труб *(рис. 234)*. Позаматкову вагітність спричиняють запальні хвороби статевих органів, насамперед через порушення правил особистої гігієни, штучні переривання вагітності — аборти (особливо до народження першої дитини), звичку деяких жінок носити взимку легку білизну, тонкі колготки. Унаслідок запальних процесів просвіт труби зменшується й запліднена яйцеклітина не може потрапити в матку, а починає розвиватися в трубі. При збільшенні розмірів плоду це призводить до розриву маткової труби та виникнення кровотечі в черевну порожнину. Без надання необхідної хірургічної допомоги жінка може загинути.

Безпліддя — це неспроможність відтворення нащадків. Шлюб уважається безплідним, якщо вагітність не настає протягом п'яти років і більше спільного життя подружжя. Безпліддя буває як жіночим, так і чоловічим. Найчастіше воно є наслідком хвороб або вад розвитку статевої системи.

Це треба пам'ятати! Радіація, алкоголь, наркотики, деякі хімічні речовини та ліки шкідливо впливають на статеву систему жінок і чоловіків, знижуючи вироблення статевих клітин.

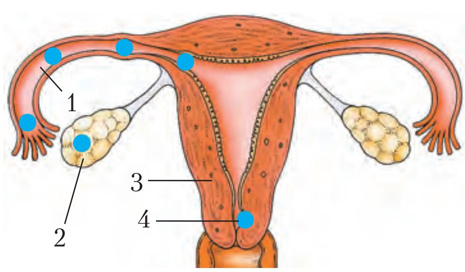


Рис. 234. Позаматкова вагітність

(• — її можливі місця: 1 — фаллопієва труба; 2 — яєчник; 3 — матка; 4 — шийка)

Людям, які страждають від безпліддя, потрібно пройти ретельне обстеження. Лікарі призначають їм протизапальні ліки, гормональні препарати, іноді застосовують хірургічні методи лікування (наприклад, при вроджених вадах статевих органів).

Шкідливий вплив куріння, алкоголю та наркотиків на розвиток зародка й плоду. Куріння матері. Зображення мадонни з немовлям на картинах видатних художників — чудовий образ материнства. Уявіть, як безглуздо б виглядали ці картини, якби на них мадонна була зображена із сигаретою!

Лікарі встановили, що з-поміж жінок, які курять, безпліддя трапляється в 10 разів частіше, аніж у тих, які не курять. Вагітна жінка, яка курить, постійно наражається на загрозу виникнення викидня (тобто переривання вагітності протягом перших 28 тижнів, коли плід ще не життєздатний), передчасних пологів із народженням кволої або мертвої дитини, бо через плаценту проходить майже 20 % отруйних речовин із кожної сигарети: нікотину, чадного газу тощо. Вони потрапляють також і в материнське молоко, а тому можуть спричинити гостре або хронічне отруєння немовляти. Наслідком цього є відставання в набиранні маси тіла, рості; часті гострі респіраторні хвороби, недокрів'я, рахіт. Після року в такої дитини вже можуть з'являтися ознаки відставання в розумовому розвитку.

Алкоголь, навіть у невеликих дозах, впливає на плід ще задовго до народження дитини. Різні клітини організму людини не однаково реагують на алкоголь: одні — більше (наприклад, нейрони), інші — менше (наприклад, клітини кісткової тканини). Одними з найчутливіших до алкоголю є статеві клітини, оскільки їхні мембрани містять багато жироподібних речовин, які розчиняються алкоголем. Як злодій, який зламує сейф, так само алкоголь, руйнуючи клітинну мембрану, досягає клітинного ядра й руйнує хромосомний апарат, де закладена генетична програма майбутньої дитини. Замість здорового малюка на світ народжується кволе, недоумкувате дитя з тяжкими вадами розвитку.

Уживання алкоголю вагітною жінкою в перші 8 тижнів внутрішньоутробного розвитку зародка, коли закладаються його органи й тканини, також може призвести до виникнення вад майбутньої дитини, наприклад: хвороби серця, незрощення верхньої губи (заяча губа). Буває, що дитина вже народжується з пристрастю до алкоголю, яка виникає в неї під час вагітності матері-алкоголічки або в період годування грудьми.

Це треба пам'ятати! Вагітність і алкоголь — несумісні!

Наркотики — одні з найнебезпечніших речовин. В організмі наркоманів гамети або не утворюються, або утворюються в незначній кількості зі спотвореним генотипом, що призводить до безпліддя, народження дитини з уродженими вадами розвитку. Оскільки серед наркоманів значний відсоток ВІЛ-інфікованих, то дитина може народитися ВІЛ-позитивною (вірус ВІЛ

передається через плаценту). ВІЛ-інфікована мати може також передати вірус дитині з грудним молоком.

Це треба пам’ятати! Від матері, яка під час вагітності вживала наркотики, народжується дитина, яка від зародження призвичаєна до наркотиків.

Новонароджена наркозалежна дитина постійно плаче, стогне, не їсть, у неї виникають тяжкі судоми, бо її організм потребує наркотиків. У неї, як і в дорослого споживача наркотиків, виникає «ломка», від якої вона може загинути через кілька днів після народження.

Це треба пам’ятати! Здорова, розумна й красива дитина народжується в здорових батьків. Куріння, алкоголь і наркотики несумісні з вагітністю та годуванням немовляти грудьми.

Думаємо, розуміємо, відповідаємо. **1.** Назвіть правила гігієни вагітної жінки. **2.** Визначте, які продукти харчування важливо вживати вагітній. Що категорично заборонено вагітній жінці? **3.** Обґрунтуйте необхідність годування дитини материнським молоком. **4.** Проаналізуйте причини й механізми багатоплідної вагітності. У чому полягає відмінність будови організмів однояйцевих і двояйцевих близнят? **5.** Обґрунтуйте біологічні механізми та прояви резус-конфлікту. Що потрібно враховувати жінці, яка має негативний резус-фактор? **6.** Поясніть поняття «позаматкова вагітність» і назвіть її причини. З’ясуйте, чим небезпечна позаматкова вагітність. **7.** Назвіть основні причини жіночого та чоловічого безпліддя. **8.** Яка неправильна поведінка жінки або чоловіка може стати причиною безпліддя? **9.** Назвіть сучасні методи, які дають змогу безплідному подружжю мати дітей. **10.** Обґрунтуйте шкідливий вплив куріння матері на організм її майбутньої дитини. **11.** Обґрунтуйте, чому алкоголь і наркотики, які вживає мати, є смертельними отрутами для плоду та новонародженої дитини.

Самостійна робота з підручником. Намалюйте в зошиті й заповніть схему, що є шкідливим, а що корисним для організму матері та її майбутньої дитини.

Домашнє завдання. **1.** Які порушення виникають у плоду та немовляти, якщо вагітна жінка курить або вживає алкоголь чи наркотики? Відповідь дайте у вигляді таблиці. **2.** Доведіть, що матеріал цього параграфа має велике практичне значення для кожної людини.

Розрахунок норм основного обміну (НОО) за масою до практичної роботи № 6

У чоловіків						У жінок					
Маса, кг	ккал	Маса, кг	ккал	Маса, кг	ккал	Маса, кг	ккал	Маса, кг	ккал	Маса, кг	ккал
47	713	**63**	933	**79**	1158	**47**	1105	**63**	1259	**83**	1449
48	727	**64**	947	**80**	1167	**48**	1114	**64**	1267	**84**	1458
49	740	**65**	960	**81**	1180	**49**	1124	**65**	1277	**85**	1468
50	754	**66**	974	**82**	1194	**50**	1133	**66**	1286	**86**	1478
51	768	**67**	988	**83**	1208	**51**	1143	**67**	1296	**87**	1487
52	782	**68**	1002	**84**	1222	**52**	1152	**68**	1305	**88**	1497
53	795	**69**	1015	**85**	1235	**53**	1162	**68**	1315	**89**	1506
54	809	**70**	1029	**86**	1249	**54**	1172	**70**	1325	**90**	1516
55	823	**71**	1043	**87**	1263	**55**	1181	**71**	1334	**91**	1525
56	827	**72**	1057	**88**	1277	**56**	1191	**72**	1344	**92**	1535
57	850	**73**	1070	**89**	1290	**57**	1200	**73**	1353	**93**	1544
58	864	**74**	1084	**90**	1304	**58**	1210	**74**	1365	**94**	1544
59	878	**75**	1098	**91**	1318	**59**	1219	**79**	1411		
60	892	**76**	1112	**92**	1332	**60**	1229	**80**	1420		
61	905	**77**	1125	**93**	1345	**61**	1238	**81**	1430		
62	919	**78**	1139	**94**	1359	**62**	1248	**82**	1439		

Хімічний склад деяких харчових продуктів, %

Назва продукту	Білки	Жири	Вуглеводи	Енергетична цінність 100 г продукту	
				ккал	кДж
1	2	3	4	5	6
Хліб житній	5,5	1,0	44,5	189	795
Хліб пшеничний	8,6	1,4	48,5	226	950
Батон пшеничний	7,4	2,9	45,9	249	1046
Борошно пшеничне в/г	10,8	0,9	73,6	354	1485
Макарони в/г	12,3	1,1	67,3	330	1389
Крупи:					
вівсяна	11,9	6,9	63,9	344	1444
перлова	9,3	1,1	72,4	324	1356
гречана	12,6	3,3	66,5	328	1377
манна	11,3	0,7	73,3	324	1364
ячмінна	9,3	1,5	70,7	343	1440
Пшоно	12,0	2,8	70,4	332	1397
Рис	7,3	2,5	74,4	346	1188
Горох	23,0	2,0	59,0	249	1268
Квасоля	22,3	1,7	58,4	307	1293
Соя	34,9	1,7	30,8	393	1653

Продовження табл.

1	2	3	4	5	6
М’ясо, яйця, риба, ковбаси					
Свинина м’ясна	14,6	33,0	—	354	1485
Свинина жирна	11,4	49,3	—	487	2046
Яловичина	18,9	12,4	—	186	782
Телятина	19,7	1,2	—	90	377
М’ясо кроля	20,7	12,9	—	198	833
Баранина	16,3	15,3	—	202	849
Курятина	18,2	18,4	—	240	1008
Гуска	9,0	27,8	—	300	1260
Індичка	13,6	10,1	—	150	630
Качка	13,8	8,9	—	139	584
Яйця курячі	12,7	11,5	—	156	657
Короп	16,0	3,6	—	96	402
Щука	18,8	0,7	—	82	343
Лящ	17,1	4,1	—	104	439
Скумбрія	18,0	9,0	—	152	640
Ставрида	18,5	5,0	—	119	498
Кета	22,0	5,6	—	137	577
Оселедець атлантичний	9,3	3,0	—	66	277
Оселедець тихоокеанський	10,2	4,2	—	81	340
Ікра зерниста	26,2	15,8	—	256	1075
Ікра кетова	31,1	13,8	—	258	1084
Шинка	12,9	26,2	—	300	1260
Грудинка	7,8	47,6	—	475	1995
Ковбаса н/к	17,4	28,9	—	340	1428
Ковбаса московська копчена	21,0	40,5	—	463	1945
Сардельки	14,7	10,0	—	159	668
Ковбаса варена	13,4	27,4	—	301	1264
Жири					
Смалець	—	99,0	—	927	3893
Масло вершкове	0,6	82,5	—	781	3130
Сало свиняче	1,9	87,4	—	821	3448
Олія соняшникова	—	99,9	—	929	3902
Маргарин	0,5	82,0	0,4	766	3217
Молочні продукти					
Молоко коров’яче	3,2	3,6	4,7	67	243
Сметана, 30 %	2,4	30,0	2,3	302	1226
Сир жирний	14,0	18,0	2,3	225	945
Сир нежирний	18,0	0,6	2,5	86	360
Сир голландський	26,8	27,3	2,0	361	1080
Вершки, 20 %	2,8	20,0	3,8	213	895
Кефір жирний	3,3	3,7	3,0	67	281
Сир плавлений	22,1	18,2	—	26	1126
Овочі квашені					
Капуста	5,8	2,3	—	17	71
Огірки	0,7	0,4	—	8	34
Томати	0,9	0,9	—	11	46

Продовження табл.

1	2	3	4	5	6
Овочі свіжі					
Баклажани	0,6	0,1	6,8	24	100
Капуста білоголова	1,8	—	6,1	28	117
Капуста цвітна	2,5	—	2,2	29	121
Капуста червоноголова	1,5	—	5,2	27	
Картопля молода	1,7	—	17,8	80	347
Картопля, що зберігається з вересня по січень	1,5	—	15,8	71	
Картопля, що зберігається з січня по березень	1,4	—	14,7	66	
Картопля, що зберігається з березня по червень	1,2	—	12,6	56	
Цибуля городня	1,7	—	11,2	43	180
Морква червона до 1 січня	1,3	—	6,4	33	138
Морква від 1 січня	1,1	—	6,0	29	
Огірок	0,8	—	3,6	15	63
Перець червоний солодкий	1,3	—	7,0	27	113
Буряк	1,7	—	10,7	48	201
Редька	1,9	—	8,4	34	142
Томати	0,6	—	4,7	19	79
Кавун	0,7	—	9,9	38	159
Зелений горошок	5,0	—	13,4	75	315
Диня	0,4	—	4,5	25	105
Топінамбур	1,3	—	3,8	59	248
Кабачки	0,4	—	2,5	12	50
Петрушка	3,1	—	6,8	41	172
Салат	1,1	—	1,5	11	46
Гарбуз столовий	0,3	—	4,4	19	80
Кріп	1,8	—	5,6	30	126
Хрін	1,6	—	10,4	49	206
Часник	5,1	—	16,5	89	374
Щавель	2,0	—	4,0	27	113
Фрукти					
Абрикоси	0,9	—	11,3	46	192
Вишні	0,8	—	11,8	49	205
Груші	0,4	—	12,2	42	176
Сливи	0,8	—	10,4	43	180
Черешні	1,1	—	12,6	52	218
Яблука	0,4	—	11,9	46	192
Виноград	0,6	—	18,1	69	289
Ожина	2,0	—	7,3	33	138
Суниці садові	1,8	—	12,1	41	172
Малина	0,8	—	10,8	41	172
Смородина:					167
чорна	1,0	—	11,0	40	—
біла	0,3	—	7,8	40	167
червона	0,5	—	7,2	43	181

Продовження табл.

1	2	3	4	5	6
Шипшина:					
суха	4,0	—	71,5	252	1059
свіжа	1,6	—	28,2	101	423
Помаранчі	0,7	—	6,3	33	139
Банан	0,9	—	13,4	60	282
Лимон	0,4	—	1,8	21	88
Мандарин	0,6	—	6,4	32	134
Персик	0,8	—	9,4	44	185
Плоди сушені					
Курага	5,2	—	66,4	302	1268
Родзинки	1,6	—	63,8	273	1146
Груша	3,0	—	68,5	303	1273
Чорнослив	1,7	—	48,8	218	915
Яблука	1,5	—	50,4	220	945
Горіхи					
Грецькі	8,1	26,5	3,9	395	1239
Арахіс	20,6	33,4	11,6	443	1860
Ліщина лісова	8,6	26,2	4,0	294	1235
Гриби					
Білі	4,2	0,4	2,3	30	126
Підберезники	3,5	0,4	1,8	25	105
Гриби білі сушені	36,6	0,4	23,5	281	1180
Лисички	1,6	1,1	5,3	22	92
Маслюки	0,9	0,7	3,4	19	79
Опеньки	2,2	1,2	4,6	20	84
Сироїжки	1,1	0,7	4,6	17	71
Десерт					
Морозиво молочне	3,2	3,5	22,5	137	575
Пломбір	4,2	15,0	20,4	240	1008
Ескімо вершкове	3,2	20,4	19,7	284	1193
Приклади деяких страв					
Салат із редьки зі сметаною				130	547
Пельмені				349	1467
Вареники				499	2095
Борщ				240	1006
Кава з молоком				187	787

Алфавітний покажчик термінів і понять

ЗМІСТ

Тема 4. Транспорт речовин

Тема 5. Виділення. Терморегуляція

Тема 6. Опора та рух

Тема 7. Зв'язок організму людини із зовнішнім середовищем. Нервова система

Тема 8. Зв'язок організму людини із зовнішнім середовищем. Сенсорні системи

Тема 9. Вища нервова діяльність

Навчальне видання

Страшко *Станіслав Васильович,*
Горяна *Лариса Григорівна,*
Білик *Валентина Григорівна,*
Ігнатенко *Сергій Анатолійович*

БІОЛОГІЯ

Підручник для 8 класу
загальноосвітніх навчальних закладів

Рекомендовано Міністерством освіти і науки України

Видано за рахунок державних коштів. Продаж заборонено

Редактор *Н. Забаштанська*
Художнє оформлення, макет, обкладинка *Ю. Ясінської*
Художні редактори *Ю. Ясінська, О. Андрущенко*
Технічний редактор *Л. Ткаченко*
Комп’ютерна верстка *О. Бідненко*
Коректори *І. Барвінок, Т. Мельничук*

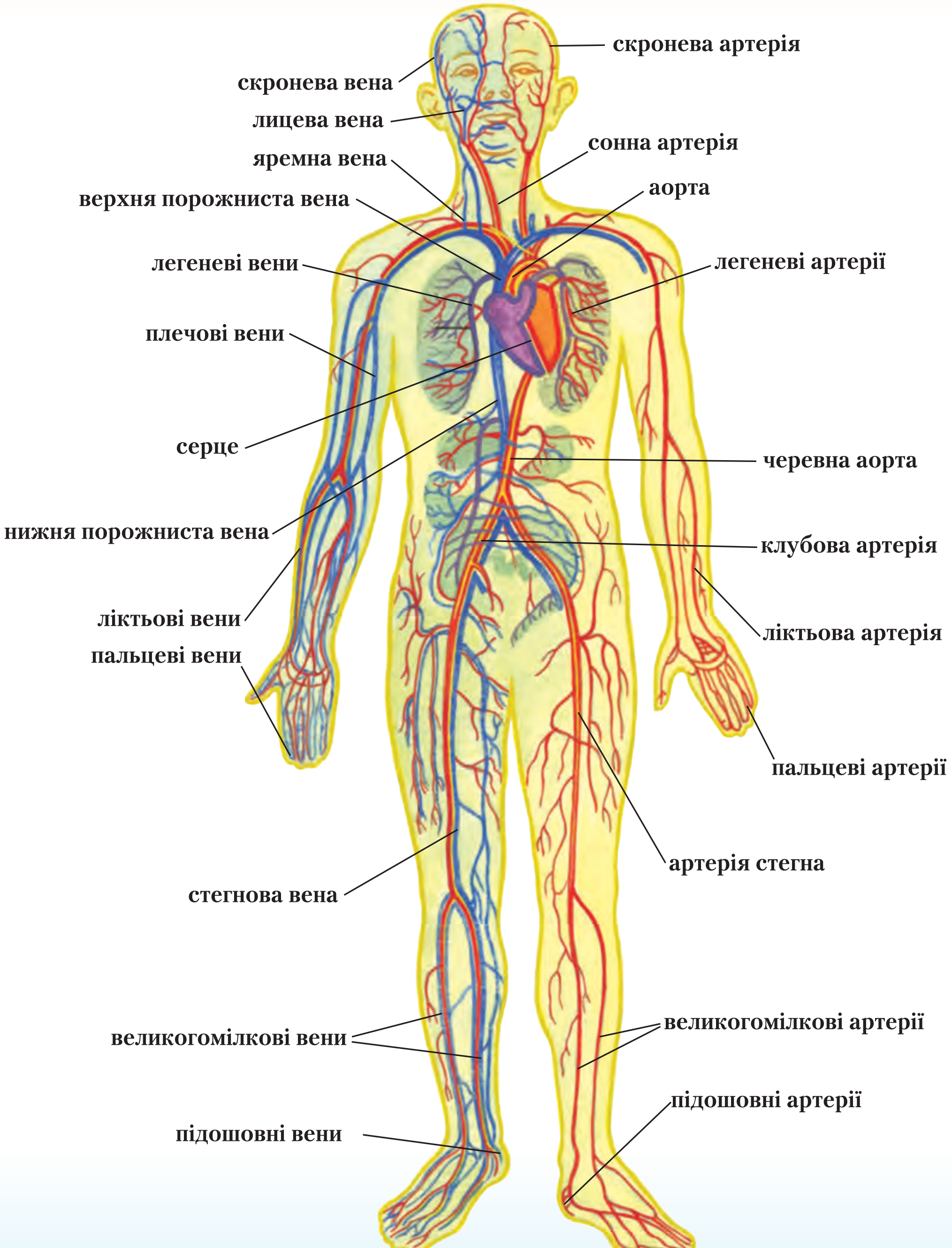
Підписано до друку 04.08.2016 р. Формат 70×100/16.
Папір офс. № 1. Гарнітура PeterbutgC. Друк офс.
Ум. др. арк. 23,328. Обл.-вид. арк. 21,93.
Умовн. фарбовідб. 93,312.
Наклад 7968 прим.
Зам. №

Видавництво «Грамота»
01033, м. Київ, вул. Паньківська, 25, оф. 13.
Тел./факс: (044) 287-11-88, (067) 407-50-73. Електронна адреса: gramotanew@bigmir.net
www.gramota.kiev.ua

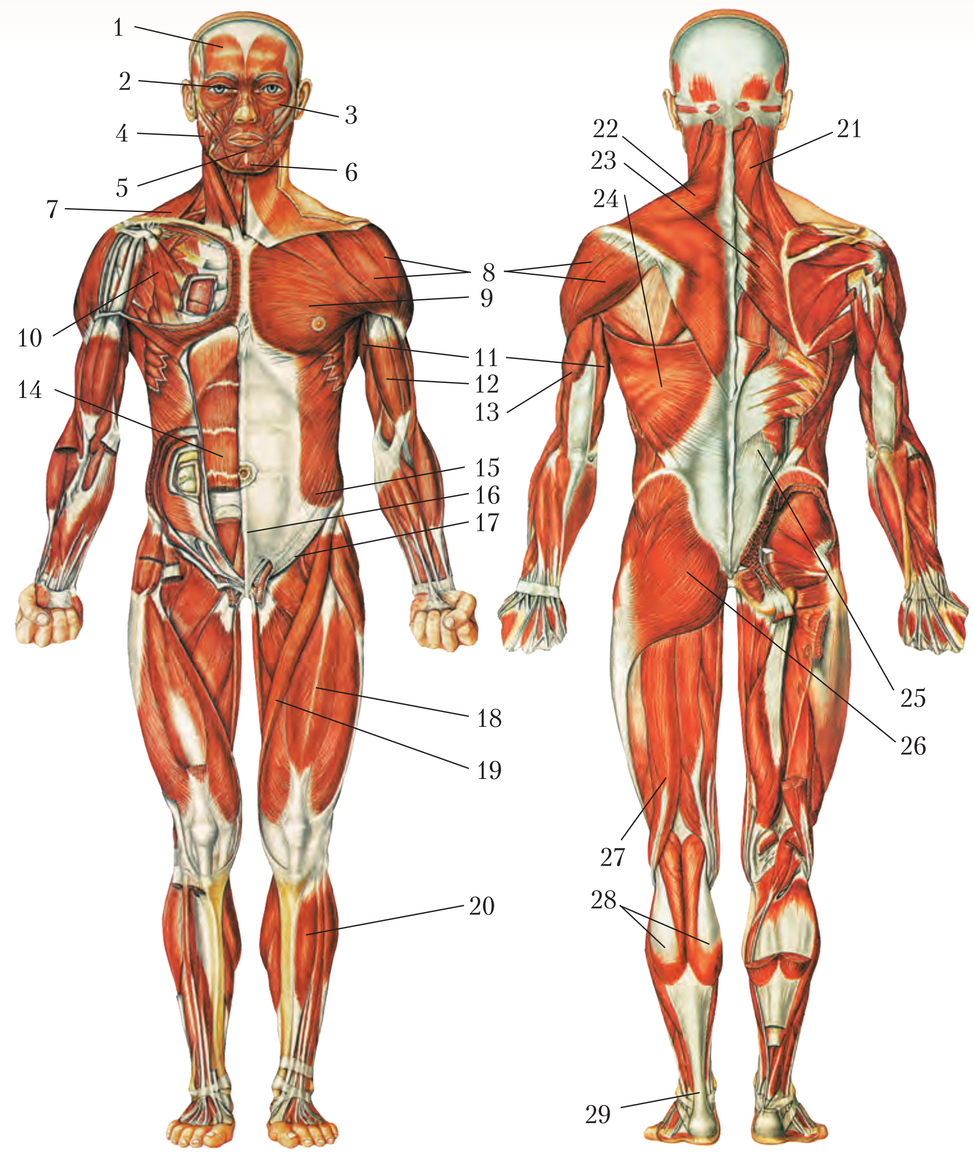
Свідоцтво про внесення до Державного реєстру України
суб’єктів видавничої справи ДК № 341 від 21.02.2001 р.

Віддруковано з готових діапозитивів видавництва «Грамота»
на ПП «Юнісофт», 61036, м. Харків, вул. Морозова, 13 Б.
Свідоцтво ДК № 3461 від 14.04.2009 р.

ОСНОВНІ КРОВОНОСНІ СУДИНИ ТІЛА ЛЮДИНИ



М'ЯЗИ ЛЮДИНИ



1 — потилично-лобовий; **2** — зморщувач брови; **3** — коловий ока; **4** — жувальний; **5** — коловий рота; **6** — підборідний; **7** — трапецієподібний; **8** — дельтоподібний; **9** — великий грудний; **10** — малий грудний; **11**, **13** — триголовий м'яз плеча; **12** — двоголовий м'яз плеча; **14** — прямий м'яз живота; **15** — зовнішній косий м'яз живота; **16** — біла лінія; **17** — пахвинна зв'язка; **18** — чотириголовий м'яз стегна; **19** — кравецький; **20** — передній великогомілковий; **21** — ремінний; **22** — трапецієподібний; **23** — великий ромбоподібний; **24** — найширший м'яз спини; **25** — випрямляч хребта; **26** — великий сідничний; **27** — двоголовий м'яз стегна; **28** — литковий; **29** — п'ятковий (ахіллесів) сухожилок

ВИДАВНИЦТВО ГРАМОТА

ISBN 978-966-349-583-5

9 789663 495835